

Ludwig





<36619144080013

Geogenische und geognostische Studien

auf einer Reise

durch

Russland und den Ural

angestellt von

Rudolph Ludwig.

Mit 3 Holzschnitten und 15 Tafeln in Lithographie und Farbendruck.



Darmstadt, 1862.

Verlag der Hofbuchhandlung von **G. Jonghaus.**

Druck der L. C. Wittich'schen Hofbuchdruckerei.

Vorwort.

Im Laufe des Sommers 1860 unternahm ich in Gesellschaft zweier Ingenieure, des Herrn Hermann Goldschmidt aus Frankfurt und des Herrn Adolph Viconte le Hardy de Beaulieu aus Brüssel eine Reise nach dem Gouvernement Perm und nach dem Ural zur Untersuchung der dem kaiserlich russischen Staatsrathe Herrn Nikita v. Wsewolojski zu Petersburg zugehörigen Landbesitzungen, Waldungen, Berg- und Hüttenwerke. Der geologische Theil der Untersuchungen fiel mir ganz allein zu, an dem technologischen und öconomischen war ich gleichmässig mit meinen Begleitern betheiligt; botanische und zoologische Notizen konnte ich während meiner geognostischen Touren ebenfalls sammeln.

Die Reise bis Perm ist zur Zeit bequem auszuführen, gute Dampfboote und Eisenbahnen erleichtern den Verkehr dergestalt, dass man aus dem Herzen Deutschlands innerhalb fünfzehn Tagen die Gouvernements-Hauptstadt Perm (in gerader Linie 420 Meilen von Frankfurt a. M. gelegen) erreichen kann. Von da ab aber sind die Wege nur auf russischem Fuhrwerke und noch weiter nördlich und östlich nur zu Pferde zurückzulegen. Schon zu Petersburg, Moskau und Kasan führte mich das Glück mit ausgezeichneten russischen Geologen, Mineralogen, Chemikern, Botanikern und anderen Gelehrten zusammen, unter deren freundlicher Anleitung ich die reichen Sammlungen durchsahe, welche bei früheren Bereisungen des weiten Reiches zusammengebracht worden waren, wodurch mein Zweck sehr gefördert wurde. Im permischen Gouvernement selbst fand ich unterrichtete mit ihrer Umgebung wohlbekannte Bergbeamten sowohl zu Lithwinsk, Maikor, Kiselowsk, als zu Perm, Jekatharinburg und Nischni-Tagilsk, welche mich auf meinen Ausflügen in den Urwald begleiteten, führten oder sonst durch werthvolle Mittheilungen unterstützten.

In der ersten der folgenden vier Abhandlungen habe ich eine kurze Uebersicht meiner in Russland angestellten geolo-

gichen Studien niedergelegt und zugleich auszuführen gesucht wie für jenes umfangreiche und wichtige Gebiet geognostische Untersuchungen zur Herstellung vollständiger geologischer Karten vorgenommen werden können. Die crystallinischen Silicatgesteine des Ural, sind von G. Rose und anderen so genau und unübertrefflich beschrieben, dass sie, obgleich ich sie an mehreren Punkten kennen lernte, ganz in meinen Mittheilungen übergangen werden konnten. Zu einer ihre Entwicklung aufklärenden Besprechung sind noch viele genaue Localstudien nothwendig. Dagegen enthält dieser Abschnitt meine Ansichten über die Entstehung der uralischen Goldseifen und die Lagerung und Gliederung der sogenannten permischen Formation. Ueber letztere fügte ich einen kurzen Aufsatz dem grossen Werke an, welches Herr Professor Dr. H. B. Geinitz unter Mitwirkung einiger Anderen über die „Dyas"*) (Rothliegendes und Zechstein) herausgibt. Auch legte ich eine kurze Uebersicht meiner in Russland vorgenommenen geologischen Untersuchungen in einem Nachtrage zu meinem Buche der Geologie**) nieder.

Die zweite Abhandlung umfasst die Kohlenstoffanhäufung in Torfmooren, die dritte behandelt die Entwicklung von Erzlagern, die vierte endlich beschäftigt sich eingehender mit der Untersuchung der Lagerung der uralischen Steinkohlenformation, worüber ich schon auf der Rückreise eine gedrängte Uebersicht für die Schriften der kaiserlich russischen Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau niederschrieb.

Meine paläontologische Ausbeute bestimmte ich für die von Herrn Dr. H. von Meyer herausgegebene Paläontographica; ein Theil der untersuchten Versteinerungen aus dem Rothliegenden und der Carbonformation ist bereits im zehnten Bande dieser Zeitschrift aufgenommen.

Darmstadt im October 1861.

R. Ludwig.

*) Verlag von W. Engelmann zu Leipzig 1861.
**) Verlag von Otto Spamer zu Leipzig 1860.

Allgemeine Uebersicht der auf einer

Reise durch Russland und im Ural

gesammelten

geologischen Beobachtungen.

Mit 3 Holzschnitten.

Das europäische Russland besteht fast nur aus einer einzigen grossen Fläche, welche im Osten durch ein niedriges Bergland, die uralische Kette, von der sibirischen Ebene getrennt wird. Allerdings ist jene ausgedehnte Fläche keine vollkommene, sie ist vielmehr eine undulirende Ebene, die der gänzliche Mangel eigentlicher Gebirge charakterisirt. Vom Nordmeere und der baltischen See erhebt sich das Flachland ganz allmählig bis zu einer Höhe von mehr als 1000 Fussen zum waldaischen Hochlande, um eben so allmählig südwärts dem Kaspi- und schwarzen Meere zuzusinken. Die Anschwellung findet so allmählig statt, dass sie sich dem Auge entzieht und nur durch das Nivellirinstrument constatirt werden kann.

Schon einer flüchtigen Beobachtung drängt sich die Ansicht auf, dass diese eigenthümliche Oberflächengestaltung vom Bau der den Boden des Landes zusammensetzenden Gesteinsformationen bedingt ist. Denn überall liegen die Sedimente fast horizontal geschichtet, nirgends sind sie von Eruptivmassen oder vulkanischen Gesteinen gehoben oder durchbrochen, obgleich sich Verkieselungen und andere durch den Stoffwechsel bedingte Gesteinsveränderungen, die sonst vulkanischer Einwirkung so gern zugeschrieben werden, sehr oft bemerklich machen. Wo die Schichten in grösseren Winkeln gegen den Horizont geneigt oder gar in Falten und Runzeln verborgen sind, wie am Ural und in dessen Nähe, da ändert sich alsbald die Physiognomie der Landschaft, da krönen Berge und Bergzüge das ebene Land.

Aber auch die ursprünglich unter dem Meeresspiegel niedergeschlagenen, mit unzähligen Muscheln und Corallen erfüllten Sedimente, welche jetzt das russische Flachland darstellen, wurden zu ihrer Zeit wiederholt und auf verschiedene Weise empor und auf's Trockene gehoben. Die Bodenerhebungen fanden, wie sich aus der Vertheilung der geologischen Formationen über die Oberfläche ergibt in verschiedenen Perioden statt. Sie erfolgten nicht durch vulkanische Gewalten. Der unbefangene Beobachter erkennt bald, dass er zur Erklärung der russischen Bodenverhältnisse eine andere Ursache suchen muss.

Jene Hebungen erfolgten langsam und stetig, sie mussten erfolgen aus einem langsamen Aufquellen der Bodenunterlage, durch eine Volumvergösserung der tiefern Schichten. Ob diese Aufquellung durch die Krystallisation der anfangs amorphen Sedimente, durch deren auf nassem Wege erfolgte Umwandlung in krystallinische Gesteine erfolgt ist oder eine andere in der Entwicklung des Erdkörpers beruhende noch unbekannte Veranlassung hat, muss spätern Forschungen vorbehalten bleiben; durch vulkanische Kräfte hervorgerufene Revolutionen sind aber, — es kann dies entschieden behauptet werden, — dem russischen Boden völlig fremd. Sobald die Unterlage einer horizontal abgesetzten Gebirgsformation aufquillt, sobald dadurch ihre Lage, gegen den Mittelpunct des Erdkörpers verändert wird, d. h. sobald eine Zone der Kugeloberfläche vom Centrum weiter entfernt wird, muss sie in Stücke zerreissen, weil die Fläche nicht mehr ausreicht die ihr nunmehr angewiesene grössere Kugelzone zu bedecken. Bekanntlich verhalten sich die Oberflächen verschieden grosser Kugeln wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

Wenn nun die relative Höhenlage der Sedimente, welche sich in dem das jetzige Russland bedeckenden Meere gebildet hatten, mit der Zeit sich veränderte; wenn z. B. eine 1000 Fusse tief unter Wasserbedeckung, unter dem, von Anfang in gleicher Höhe bleibenden Spiegel des Oceans liegender Boden bis zu 1000 Fusse über den Meereshorizont emporgehoben wurde, so mussten Zerklüftungen darin entstehen.

Ein solches Zerbrechen der starren Erdrinde fand dann auch in Wahrheit statt; die grossen Ströme Russlands bewegen sich noch heute in den durch jene Spalten vorgezeichneten Betten, erweitern sie durch Auswaschung und führen den Detritus ihrer Ufer den darin angesammelten Landseen zu.

Die Bodenhebung hielt in Russland wie im übrigen Europa durch mehrere aufeinander folgende Erdentwicklungsperioden an. Nachdem das sogenannte Silursystem und die sogenannten devonischen Schichten aus der Meeresbedeckung emporgetragen waren, schlug sich in dem verengerten Meere die Kalk- und Sandsteinbildung nieder, welche von den Geologen vorzugsweise die Kohlenformation genannt wird. Als die Bildung des marinen Kohlenkalkes in Russland stattfand, bestand dort schon ein Festland (eine Inselgruppe) worauf Pflanzen wachsen und sich zu Torf ansammeln konnten. Damals ward durch organische Wesen ein Theil desjenigen gebildet, was wir jetzt Steinkohle nennen. Die Bodenhebungen währten aber auch dann noch fort; die Grenzen des Festlandes erweiterten sich, das Meer zog sich in schmälere Golfe zurück, welche das Land durchschnitten, es sammelten sich einzelne Lagunen, worin zahllose Foraminiferen, die *Fusulina cylindrica*, lebten. Der ältere marine Kohlenkalk kam aufs Trockene und während die auf dem früheren Festlande schon entstandenen Torfmoore, die jetzigen Steinkohlenlager im Süden und Westen das Gouvernement Tula, höher gehoben wurden, siedelten sich über das neue Land andere derartige Moore an, welche zum Theile durch sandige und thonige Alluvionen überlagert bis auf unsere Tage erhalten blieben*). Nachdem auch die Lagunen des Fusulinenkalkes mit Substanz erfüllt und ausgetrocknet waren, drängten die noch andauernden Hebungen das Meer immer weiter zurück; es entstand die sogenannte permische Formation, welche zum grössern Theile Festland- und Süsswasserbildung sich nur zum kleinsten Theile als ein Meeresabsatz darstellt.

*) Ueber die Kohlen von Centralrussland v. Auerbach und Trautschold. Moskau 1860.

In wieweit die während der eben genannten vier paläozoischen Zeiträume thätigen Hebungsursachen gleich gerichtet waren mit denen, welche den deutschen Boden aus dem Ocean emportrugen, ist bei dem Mangel zureichender Beobachtungen über Streichen und Fallen der Schichten in Russland noch schwer zu beurtheilen. Aus eigener Anschauung kann ich nur berichten, dass die Silur- und Devonformation in der Nähe Petersburgs etwa in demselben Sinne, wenn auch weniger stark, wie die Norddeutschlands und des rheinischen Gebirgs gehoben ward, dass dagegen die gleichalten Schichten des Ural's einer hebenden Kraft unterlagen, welche die im Nordwesten thätige fast rechtwinklig durchkreuzt. Diese Wahrnehmung beweisst, dass die das Profil der Erdoberfläche hervorrufenden Hebungen während ein und derselben Erdentwicklungsperiode in sehr verschiedenen Richtungen thätig gewesen sind, dass sich dafür heute noch kein allgemein gültiges System aufstellen lässt, wie es von französischen Geologen versucht worden ist.

Die während der mesozoischen Epoche, während welcher Trias-, Jura- und Kreideformation entstanden, auf russischem Boden vorgegangenen Ereignisse sind noch weniger genau zu bezeichnen, als die im Verlaufe der paläozoischen Periode thätigen Hebungen, weil für jene Formationen die Untersuchungen noch sehr weit zurück sind. Die Existenz der Trias in Russland wird von den meisten Geologen bezweifelt, während ich dieselbe zwischen Oka, Wolga und Kama in einer Landbildung glaube nachweisen zu können, worüber ich mich weiter unten aussprechen will. Die Juraformation im Norden Russlands ist als marine und limnische Bildung in einzelnen schmalen Streifen sehr verbreitet, die Kreideformation tritt wenigstens in Spuren auf und ist dem Süden nicht fremd. Die von ausgezeichneten russischen Forschern darüber begonnenen eingehenden paläontologischen Ermittlungen werden hierüber bald mehr Licht verbreiten.

In der känozoischen Epoche haben wir nach v. Keyserling's so schätzbaren Untersuchungen im Petschoralande, nach Abich's Beobachtungen im Süden ebenfalls erhebliche

Bodenbewegungen anzuführen; die Wissenschaft vermag jedoch ihre Richtung und Wirkungsweise noch wenig zu entziffern.

Ein Blick auf die Karte des russischen Reiches belehrt uns, dass die Längenachsen vieler Landseen gruppenweise zusammenfallen, dass die Richtungen der Flussthäler sich oft ändern oft aber auch vielfach übereinstimmen. Ich ziehe daraus den Schluss, dass die hebenden Kräfte öfters ihre Richtung wechselten, dass dadurch tiefe Spalten entstanden, welche sich, insofern sie bis an den Ocean reichten mit Meerwasser erfüllten und neuern und immer neuern marinen Bildungen Veranlassung boten, insofern sie sich aber innerhalb des Festlandes hielten, nur den Lauf der Ströme und die Ansammlung von Landseen regelten. In den Flussthälern und Landseen sowohl, als auch auf dem Festlande in Wäldern und Ebenen entwickelten sich neue Sedimente, Moore, Dünen- und Wüstenbildungen deren Altersbestimmung erschwert ist, so lange Fauna und Flora des jetzigen Russlands noch nicht genau verglichen sind mit denen anderer Gegenden. Ich kenne Torfmoore und Schuttlager am Ural, welche zu Zeiten des *Elephas primigenius* schon bestanden und sich heute noch fortentwickeln; weshalb sollten sie nicht auch in frühere Erdentwicklungsperioden hinabreichen *)? Dass aus anfangs ganz von Süsswasser erfüllten Land-Seen mit der Zeit Salzwasserseen hervorgehen, indem die salzigen Bestandtheile des stets neu zuströmenden Flusswassers durch Verdunstung darin concentrirt werden, brauche ich kaum in Erinnerung zu bringen, auf russischem Boden lassen sich darüber die belehrendsten Beobachtungen anstellen.

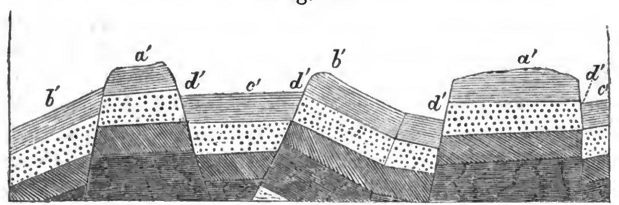
Bei dem schon oben erwähnten Fehlen eigentlicher Bergzüge im europäischen Russlande müssen die Flussthäler als geologische Beobachtungspunkte dienen. In der That bieten sie auch einen ausreichenden Ersatz. Es gehört zu den Eigenthümlichkeiten Russlands, dass die Ufer seiner grössern

*) G. Rose gedenkt in seiner Reise nach dem Ural und Altai eines Goldsandlagers worin Zähne von Mastodon, also Tertiärversteinerungen, vorkamen.

Flüsse so oft auf der einen Seite hohe Hügelzüge mit steilen Abstürzen darstellen, während sie auf der andern in weite Flächen verlaufen. Ich denke mir, dass dieser eigenthümliche Bau von der Wirkungsweise der hebenden Kräfte abhing, welche das Profil des Landes entwickelten. Wenn die Hebung an einzelnen Stellen energischer wirkte, als an andern, so zerbarst die gehobene Platte in Bruchstücke, deren Seiten ungleich hoch hervorstehen; es entstand eine staffelförmige Anordnung der Massen, oder auch das was im Kleinen als Grabengebirge bekannt ist.

Die beifolgende Skizze gibt davon eine Anschauung.

Fig. 1.



Höher gehobene Stücke sind a a', nur einseitig gehobene b b', während c c' von den hebenden Kräften weniger berührt wurden. In den entstandenen Rinnen d d' strömen jetzt wohl Flüsse und wenn ein Stück c' rundum von höher gehobenen a a' oder a b' umgeben wurde, so entstand darin ein Landsee.

Die Wolga, welche die Richtung ihres Laufes mehrmals ändert, besitzt durchgehends auf ihrer rechten Seite ein erhöhtes Ufer; die Kama, welche in ihrem obern Laufe einen grossen Bogen beschreibt, hat dort beiderseits ziemlich gleich hohe Ufer, alsdann erhebt sich ihr linkes Ufer beträchtlich über ihr rechtes, aber von Roschestwensk abwärts ändert sich dies Verhältniss gerade in das entgegengesetzte und hält so bis zu ihrer Mündung in die Wolga an. Auch an der Oka, Jnwa, Wiatka, Silwa und Wilwa fand ich das eine Ufer höher als das andere, während die im Ural entspringenden und sich da, wo deren linkes Ufer erhöht ist in die Kama ergiessenden Flüsse Thiussowaja, Koswa, Uswa, auf beiden

Seiten von gleich hohen Hügeln begleitet werden. Die zuletzt genannten Flussthäler sind mit der Richtung des Ural verglichen Querthäler.

Die im Vorhergehenden berührten Boden- und Lagerungsverhältnisse erschweren die geologische Untersuchung. Der Beobachter sieht oft Tagereisen weit immer ein und dieselbe Schicht derselben Formation entblösst. Da sich nun aber die Substanz ein und derselben Schicht in Längen- und Breitenerstreckung verändert; da sie anfangs kalkig allmählig in eine mergelige, thonige, sandige Masse übergeht, da die das Gestein umwandelnden Kräfte aus Kalk, wohl Gyps, Dolomit, Quarz u. dgl. m. werden liessen; da hier und da wohl auch Theile der Schicht aufgelösst und fortgeführt wurden, während anderwärts alles unverändert blieb, so ist die Beurtheilung der Lagerungsfolge ohne die Hülfe der Versteinerungskunde (Palaeontologie) ganz unthunlich. Diese Wissenschaft wird aber noch unentbehrlicher, wenn die Gesteine in ihrem petrographischen Charakter so wenig von einander abweichen, wie in Russlands Ebenen. Die Silur- und Devongesteine um Petersburg, die Steinkohlenformation nächst Moskau und Tula, das Rothliegende und die Zechsteine an der Wolga, die Juraformation in der Nähe von Moskau und Wladimir sind aus sandigen, thonigen und kreideartigen Massen gebildet, wie wir sie sonsthin in den allerjüngsten Formationen zu erblicken gewöhnt sind. Ohne Anleitung der Paläontologie könnte man die silurischen Thone von Duderhof für Tertiärthon und die Steinkohlen von Malewka für Braunkohlen halten, wie die Fusulinenkalke für Kreide. Nur da, wo wie am Ural heftiger wirkende Hebungen die Gesteinschichten steiler aufrichteten, sind sie zu festem Fels erhärtet und mahnen auch in ihren physikalischen Eigenschaften an die verwandten Felsmassen der südwest-europäischen Länder. Die in den russischen Gesteinen eingeschlossenen organischen Reste weichen nun zwar vielfach von denen in andern südlichern Ländern vorkommenden ab, die in der Nähe des baltischen Meeres gefunden werdenden sind sogar wesentlich verschieden von denen in den gleichen Schichten des Ural sich findenden

aber sie bewahren doch im Allgemeinen die besondern Charaktermerkmale der einzelnen geologischen Perioden. Die Trilobiten der Silurformation, die Fische der devonischen Schichten, die Goniatiten und Productusarten der Kohlenkalke, wird man mit ähnlichen, zum Theil sogar mit übereinstimmenden Formen derselben Formationen west-europäischer Gebirge vergleichen können. Eine Verwechslung der Belemniten und Ammoniten, der uralischen und moskowitischen Juragesteine mit Belemniten und Ceratiten älterer und jüngerer mesozoischer Formationen kann eben so wenig stattfinden, als es zulässig ist die Lepidodendrenreste bergende zum Theil noch torfähnliche Substanz der Tulaër Steinkohlenformation einer jüngern Epoche zuzuschreiben. Dennoch erschwert die Abweichung der meisten fossilen Reste von denen anderer Gegenden die Bestimmung des geologischen Alters und nur nachdem eine grosse Menge gut erhaltener Versteinerungen aus russischen Schichten hinlänglich genau untersucht sein wird, kann eine zutreffende Vergleichung mit den Gliedern der in andern Gegenden auftretenden Formationen erfolgreich versucht werden.

Offenbar fällt bei so erschwerenden Umständen, den das weite Reich bewohnenden Geologen der beiweitem grösste Theil der Untersuchung zu; Fremde das Land nur streckenweise berührende, welche nur Bruchstücke zu sehen Gelegenheit haben, werden selbst bei reichster Begabung und ausserordentlichem Umfang der Erfahrungen doch nur ein dürftiges Bild entwerfen können. Die Zahl der russischen Geologen ist nun aber noch sehr gering, nur sehr wenige Orte des grossen Reiches besitzen Naturaliensammlungen, die Massen des gebildeten Theiles der Bevölkerung sind noch nicht, wie in Deutschland und England für das Studium der Natur gewonnen; deshalb wird auch jede von fremden Reisenden gesammelte Beobachtung noch mittheilens- und beachtenswerth sein; sie wird es um so mehr sein, wenn sie sich auf bestimmte Puncte beschränkt. Die Entwicklung der Erdrinde ist überall nach gewissen Naturgesetzen geregelt. Nichts in der Schöpfung ist willkürlich, überall waltet eine ewige Ord-

nung die alles Irdische in seinen unüberschreitbaren Bahnen hält. Die Erforschung dieser Gesetzmässigkeit ist die Aufgabe der Naturwissenschaften, aber nur sehr zahlreiche, an den verschiedensten Puncten angestellte Beobachtungen befähigen uns zur richtigen Erkenntniss der Naturgesetze.

Wer der Erde ihre verborgenen Schätze abgewinnen will, wer die Menschheit zu bereichern, zu beglücken und zu erfreuen gedenkt mit den das Leben wünschenswerth machenden Producten des Bodens, der soll vorerst die Gesetze der Erdentwicklung zu erkennen suchen, denn jeder theoretische Irrthum rächt sich in der Praxis schwer, weil er zu kostspieligen, erfolglosen Experimenten führt. Ich werde es versuchen einige dieser Gesetze, so weit ich sie glaube erkannt zu haben, darzustellen und das was ich auf deutschem Boden sahe durch Beobachtungen, welche ich auf russischer Erde sammelte zu stützen.

1) Alle bauwürdigen Kohlenstofflager — Torf, Braunkohle, Steinkohle — sind an dem Orte, wo wir sie jetzt finden gewachsen; sie sind sämmtlich auf dem Festlande entstanden und niemals sogenannte Anschwemmungen.

Lange Zeit wurden die Braun- und Steinkohlenlager angesehen als durch Fluthen zusammengetriebene nur verschlämmte Holzmassen, oder doch als durch Wasser fortgespülter und an geeigneter Stelle wieder zur Ruhe gekommener Torf oder Pflanzenmoder. Es gibt heute noch Anhänger dieser Ansicht, denn die andere, welche auf sehr sorgfältiger Prüfung der in den Kohlenflötzen eingeschlossenen Pflanzenreste beruht, ist noch zu kurze Zeit aufgestellt, als dass sie sich schon allgemein hätte Bahn brechen können.

Göppert, Geinitz, Heer u. a. haben sich vorzugsweise um die neuere Ansicht verdient gemacht, ersterer hat noch vor Kurzem nachgewiesen, dass das was Sternberg *Stigmaria ficoides* nannte und für eine Alge anzusprechen geneigt war, nichts anders als die Wurzel einer Landpflanze, der *Sigillaria* in verschiedenem Entwicklungszustande ist, wodurch der Anschwemmungstheorie eine bedeutende Stütze

entzogen ward. Ich habe durch Untersuchung der die Braunkohlen bildenden Pflanzen*) und gestützt auf deren Vertheilung in den Lagern jene Ansicht zu befestigen gesucht, welche die fossilen Kohlen für Sumpf- und Hochmoorbildungen hält.

In dem Texte zu den von mir aufgenommenen geologischen Karten von Theilen des Grossherzogthumes Hessen**) habe ich an den betreffenden Stellen des Gegenstandes ebenwohl erwähnt, wie auch in verschiedenen Aufsätzen, welche in dem Notizblatte des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt aufgenommen wurden.

Dass die Westphälischen, Lobejüner, Zwickauer, Thüringer, Glatzer, Steinkohlen nicht in gesalzenem Wasser, sondern auf dem Festlande in süssen Wassern oder in deren Nähe entstanden, beweissen die mit ihnen vorgekommenen Süsswasserbewohner, welche sich auch in vielen Braunkohlengebirgen vorfanden. In dem westphälischen Steinkohlengebirge entdeckte ich 8 Arten von *Unio*, 7 Arten von *Anodonta*, 1 Art von *Cyclas*, 3 Arten von *Cyrena*, 4 Arten von *Dreissenia* und 1 Art von *Planorbis****). Aus der Wealderformation an der Weser sind viele Cyrenen, Unionen, Paludinen und Limnäen längst bekannt†).

Es war mir eine grosse Freude, als ich dicht über den Steinkohlenlagern an der Uswa im Ural ebenfalls Anodonten und Cycladen auffand und damit die Beweissmittel dafür erhielt, dass auch hier die Steinkohlenlager ganz unter denselben Verhältnissen wie in Mitteleuropa entwickelt worden seien.

---

*) Palaeontographica, herausgegeben von H. v. Meyer, Cassel bei Th. Fischer. Band V. und VIII, verschiedene Aufsätze über die Pflanzen der wetterauer und rheinischen Tertiärformation mit zusammen mehr als 70 Kupfertafeln.

**) Section Friedberg, Offenbach, Büdingen, Darmstadt, herausgegeben vom mittelrheinisch geologischen Vereine, Darmstadt bei G. Jonghaus 1856 bis 1861.

***) Palaeontographica VIII. Band, zwei Aufsätze über Süsswasserthiere aus den westphälischen Steinkohlen; einer über Unio aus der wetterauer Braunkohlenformation.

†) Dr. Dunker. Ueber den norddeutschen Wälderthon. Programm der höheren Gewerbschule. Cassel bei Th. Fischer 1844.

An den Torfmooren Russlands konnte ich Studien machen über die Bildung von Moorkohle und ward mir der Grund bewusst, wesshalb so viele Braun- und Steinkohlenlager sich scharf von ihrem Sohlgesteine trennen, wesshalb sich in letzterm öfters keine bestimmbaren Pflanzenreste auffinden lassen, aber so oft in den höchsten Theilen der Kohlenflötze so viele Baumstämme umher liegen. Durch diese Beobachtungen, welche ich in einer besondern Abhandlung im Zusammenhange geben werde, vervollständige ich diejenigen, welche Lorenz*) an den Torfmooren des Hügellandes in den Salzburger Gebirgen in Bezug auf Kohlenbildung gesammelt hat.

Ich erkannte in Russland ferner, dass durch Fluthen zusammengeflötzte Baumstämme niemals Kohlenflötze, sondern höchstens Schlammlager mit eingestreuten bituminösen Holzresten veranlassen können; wie sich solche im Rheinthale in den Oderebenen und sonsthin in Deutschland ebenfalls genugsam finden lassen.

2) Bauwürdige Eisensteinlager sind seltener als Sumpfbildung, unter Mitwirkung der lebenden Pflanzen, als durch den in den obern Erdschichten thätigen Stoffwechsel entstanden.

Ich habe diese Ansicht, welche sich mir beim Studium der Einwirkung des Pflanzenlebens auf Kalk-, Dolomit- und Eisensteinbildnng**), sowie bei Untersuchung der Devonformation Nassaus und des hessischen Hinterlandes***) überzeugend aufdrang auch an vielen russischen Eisensteinlagern bestätigt gefunden.

---

*) Flora. Regensburg 1858. Allgemeine Resultate aus der pflanzengeographischen und genetischen Untersuchung der Moore im präalpinen Hügellande Salzburgs.

**) R. Ludwig u. G. Theobald über Mitwirkung der Pflanze bei Bildung des kohlensauren Kalkes. Annalen der Physik und Chemie von Poggendorf und Erdmann, Leipzig 1852 — und R. Ludwig über die Ahlersbacher Kalktufflager, Jahresbericht der Wetterauer Gesellschaft, Hanau 1850.

***) Notizblatt des Vereines für Erdkunde zu Darmstadt bei Jonghaus 1859, die Eisensteinlager im hess. Hinterlande.

3) Bauwürdige Kupfererzlager sind immer unter Mitwirkung der in den Sedimenten thätigen chemischen Prozesse aus den darin zerstreuten, über Pflanzen niedergeschlagenen Schwefelmetallen entwickelt worden. Dasselbe findet bei Blei- und Zinkerzlagern statt.

4) Die Gold und Platina führenden Alluvionen sind nicht durch Fluthen entstanden, welche den Stoff aus weiter Entfernung zuführten, sondern als Rückstand bei der Zerstörung und dem allmähligen Zerbröckeln ganz in ihrer Nähe anstehender einen sehr geringen Metallgehalt führender Gesteine anzusehen.

   Das Gold, anfangs mit Schwefelkies verbunden ist in den Seifenwerken später durch die Wirkung chemischer Aktionen concentrirt worden.

Ein Theil der soeben aufgezählten geologischen Grundsätze führt zu Schlüssen, welche bei der Aufsuchung nutzbarer Lager in der Erde benutzt werden können. Man wird z. B. in rein marinen Bildungen der Carbonformation keine ergibigen Steinkohlenlager zu suchen und vor Beginn der Schürfarbeit mit hinreichender Genauigkeit die paläontologischen Vorkommnisse zu Rathe zu ziehen haben. Allerdings können über und unter Kohlenlagern Meeresbildungen vorkommen, sie sind aber von den Kohlen selbst immer durch mächtigere Zwischenlagen getrennt und in der Regel abweichend gelagert, wodurch sie sich als in weit früherer oder weit späterer Zeit entstandene Sedimente zu erkennen geben.

Man wird reichere Eisenstein-, Kupfererz-, Bleiglanz-, Zink- u. a. Metall-Lager an solchen Stellen aufsuchen, an denen die chemischen Kräfte vorzugsweise wirksam sind und waren. Solche Puncte machen sich nun schon im Schichtenbau kenntlich. Es sind diejenigen an denen die hebenden Kräfte eine starke Zertrümmerung der Oberfläche bewirkt haben, wo also die auflösenden Agentien der Atmosphäre, Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser die Zersetzung und Lösung der im Gestein ursprünglich fein vertheilten Metallpartikelchen

leichter treffen und durch chemische Attraktion, oder einfache chemische Aktion an einzelnen Stellen anhäufen konnten. Ich bemerkte schon vor mehreren Jahren den eigenthümlichen Zusammenhang zwischen reicheren Erzlagern, Thermal- und Sauerquellen und an die Oberfläche getretenen vulkanischen Gesteinen im rheinischen Schiefergebirge, ich erkannte die, diesen Erscheinungen gemeinsam zu Grunde liegende Ursache, in der in gewisser Richtung besonders stark erfolgten Hebung der devonischen Schichten. Alle Eisenerzlager der nassauischen und hinterländer Gebirge befinden sich da, wo starke Hebungen devonische Kalkschichten durchbrachen; sie sind sämmtlich pseudomorph nach kalkigen Schichten, zum Theil sogar nach Kalkstein, dessen Versteinerungen sich in Eisenoxyd umwandelten. In der Richtung der eben genannten Hebungslinien, begleitet von reichen Eisensteinlagern, welche niemals beträchtlich in die Tiefe hinabreichen, sondern sich überall als flache Oberflächenbildungen darstellen, stehen die reichern Ansammlungen von Kupfer- und Bleierzen, jedoch nur in solchen Gesteinen, welche feine Partikelchen Kupfer-, Eisen- und Bleikies durch ihre ganze Masse vertheilt, enthalten. Nur an den sehr zerklüfteten Stellen sammelte sich das Metallische zu bauwürdigen Massen, welche ebenfalls niemals in beträchtliche Tiefe niedersetzen. Der Oberfläche nahe kommen die Erze immer am reichlichsten vor. Das Nebengestein ist in der Regel stark zersetzt. An den zwischen zwei Hebungsachsen gelegenen Gesteinschichten sind diese wohl überall erzführend, aber in so unendlich geringer Menge, dass darauf kein Bergbau betrieben werden kann.

Die Thermalquellen und Säuerlinge treten immer auf den durch jene Hebungen veranlassten Spalten zu Tage, welche früher und später auch den flüssigen Laven, den Produkten tief im Innern vorgehender chemischer Prozesse, als Ausgangswege dienten. Die Laven benutzten einen ihnen zubereiteten Weg, sie erzwangen ihn aber nicht durch Zerreissung der Schichten.

Auch die reicheren Goldseifen, ich ahne es, werden sich an solchen Zertrümmerungsstellen finden; ich vermag aber

dafür keine hinreichende Anzahl von Beobachtungen anzuführen.

Die Erkenntniss ist die Frucht zahlreicher, auf eine richtige Weise in Zusammenhang gebrachter Beobachtungen. In Russland, wo die dünnwohnende Bevölkerung noch so wenig auf das Walten der Natur einwirkt, lassen sich nun in jeder Beziehung brauchbare geologische Erfahrungen in Menge sammeln, wenn der Beobachter nur den Muth besitzt manche in klimatischen Verhältnissen beruhende Beschwernisse zu überwinden. Die Summe der auf ihn einstürmenden Erscheinungen reisst ihn endlich hin und entschädigt ihn mehr als hinreichend für die erlittenen Strapazen: denn das Erkennen der Ursachen ist der höchste geistige Genuss.

Hätte die kaiserlich russische Regierung der Behörde, welche die topographische Aufnahme des Reiches besorgt, eine Anzahl Geognosten beigegeben, so würde sich jetzt schon reiches geologisches Material zusammengefunden haben; man würde sich mit der höchst unzulänglichen geologischen Karte von Murchison nicht mehr behelfen müssen. In Deutschland haben mehrere Regierungen grosse Summen auf die geologische Aufnahme des Landes verwendet. Sachsen besitzt eine gute geologische Specialkarte, Churhessen liess längst seine Provinzen geologisch aufnehmen, ich selbst war mehrere Jahre hindurch dabei beschäftigt, die von Schwarzenberg und andern herausgegebene Karte ist als vorläufiges Resultat anzusehen. Bayern, Baden haben eigene geologische Staatsanstalten, welche mit ihren Forschungen vor die Oeffentlichkeit treten. Im Grossherzogthume Hessen wird der mittelrheinisch-geologische Verein unterstützt durch die Regierung des Landes, welche es ihm möglich macht, seine Kartenwerke erscheinen zu lassen. In Braunschweig, Thüringen und Preussen haben einzelne Gelehrte mit mehr oder weniger zulänglicher Hülfe der Staatsregierungen geologische Karten über einzelne Theile der Länder aufgenommen und herausgegeben. Allen leuchtet aber die k. k. österreichische geologische Reichsanstalt voran, welche in so kurzer Zeit, nachdem sie anfänglich ein Privatverein sich der reichen Unterstützung des

Staates zu erfreuen hatte, durch genaue geologische Studien für die Aufschliessung der Bodenschätze des Landes so vieles schon geleistet hat.

Auch im russischen Reiche wurden viele Untersuchungen auf Staatskosten ausgeführt, hochberühmte Männer, des In- und Auslandes haben sich daran betheiligt. Wo Alexander v. Humboldt, G. Rose, Ehrenberg, R. Murchison, de Verneuil, Abich, v. Helmersen, v. Hofmann, v. Keyserling, v. Meyendorf, Pander, Fischer v. Waldheim und andere, sowie ein zahlreiches, gebildetes Bergofficierkorps wirkten, da konnte schon Bedeutendes geleistet werden. Dennoch reicht zur geologischen Untersuchung, selbst eine solche grosse Anzahl von Gelehrten nicht aus, wenn sie sich nicht ausschliesslich der einen Sache widmen: weil alle Punkte des Reiches besucht werden müssen. Dem nur durchreisenden Gelehrten entziehen sich unzählige Erscheinungen; ihm entgehen viele in Wald und Schluchten versteckte Aufschlüsse. In dem dünnbevölkerten Russland ist dies um so mehr der Fall, als sich um so seltener Gelegenheit zur Einziehung von Erkundigungen darbietet, was bekanntlich in Deutschland so leicht fällt. Hierdurch nur allein ist es erklärlich, dass das Vorhandensein ergiebiger und vortrefflicher Steinkohlenflötze am Ural (Lunja, Koswa, Uswa), welche auf der Besitzung der Herren von Wsewolojski schon seit 20 Jahren erschürft waren, sich so lange Zeit der Aufmerksamkeit entziehen konnten. Die Kenntnissnahme von den dortigen Verhältnissen, würde zur Beurtheilung der Lagerung der Steinkohle in Russland von besonderem Nutzen gewesen sein, manche erfolglose, kostspielige Schürfarbeit erspart haben.

In's Detail eingehende geologische Untersuchungen können auch in Russland nur durch, über das ganze Reich verbreitete wissenschaftliche Vereine, mögen sie nun von der Regierung in's Leben gerufen und unterstützt werden oder nicht, in Ausführung kommen. Diesen Vereinen wird aber in der Hauptstadt des Reiches oder an sonst geeignetem Orte

eine Centralstelle geschaffen werden müssen, welche alle sonst sich zerstreuenden Beobachtungen sammelt.

Ich gehe nun zur Aufzählung und kurzen Besprechung der geologischen Studien über, welche ich während meines kurzen Aufenthaltes im Lande auf einer Reise von Petersburg über Moskau, Nischni-Nowgorod, Kasan, Perm, Lithwinsk, Kiselowsk, Jekatharinburg und Nischni-Tagilsk zu machen Gelegenheit fand. Sie betrafen:

I. Die Lagerung und Verbreitung von nutzbaren Mineralien und von Sedimentgesteinen,

II. die Entstehungsweise einzelner Lagermassen.

Ueber die wichtigsten, die Steinkohlenformation am Ural umfassenden geognostischen Untersuchungen, sowie über die die Entwicklungsgeschichte der Lager betreffenden Beobachtungen werde ich in besondern Abhandlungen ausführlicher mich verbreiten, ich gebe hier nur vorläufig einen kurzen Abriss davon und theile zugleich diejenigen Studien, welche sich ihrer fragmentarischen Beschaffenheit wegen nicht zu besondern Aufsätzen eignen, vollständiger mit. Ueber die Steinkohlen am Ural nahm die kaiserlich russische Gesellschaft der Naturforscher schon eine kurze Notitz von mir in ihr Bulletin III. Heft 1860 auf.

I. Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse der Formationen, über Verbreitung und Vertheilung von Erz- und Kohlenlager, sowie über Versteinerungen.

1) Silurformation.

In der Umgebung von Petersburg besteht die Silurformation aus plastischem Thone mit Spuren von Pflanzen, aus chloritischem Sande und Sandsteine mit Obolus, röthlichem und grauem Kalke und Mergel mit vielen Versteinerungen worunter Asaphus, Calymenen, Trilobiten, Terebrateln, Leptaenen, Sphäroniten u. s. w. in grosser Anzahl sich finden. Ich sah solche Lager bei Pawlowsk und Duderhof. In einer zwischen Obolussandstein und Kalk eingelagerten schwarzen Thonschicht fand ich viel Schwefelkies, Gyps und Bitterkalk.

Die ganze Formation würde, wenn sie ohne Versteinerungen wäre für Tertiärbildung gehalten werden können, so weich sind ihre Gesteine, die Schichten liegen nur wenig geneigt.

In der Nähe von Nischni-Tagilsk im Ural sahe ich Kalksteine mit Schalstein verbunden, welche für Silurgestein angesehen werden. In diesem festen zum Theil crystallinischen Kalke und Schiefer kommen die unerschöpflichen Magneteisenlager sowie auch die reichen Kupferlager des Ural vor, ich beschreibe sie in einem andern Theile dieses Buches genauer. Hier nur noch die Bemerkung, dass sie Versteinerungen ganz anderer Art, als die petersburger Silurformation enthalten; was ich sammelte gehört zu Pentamerus, Productus, Natica, Murchisonia, Trubo, Chaetetes. Noch nie ward in den vielen Steinbrüchen eine Form gefunden, welche mit einer der petersburger Schichten, auch nur im Entferntesten zu vergleichen wäre. Ich halte es für zweifelhaft, ob das Gestein von Nischni-Tagilsk und der Umgegend zur Silurformation gehört.

2) Profile der Devonformation am westlichen Ural.

An der Uswa, einem Seitenflusse der Thiussowaja fand ich folgende Schichtenfolge:

Crystallinischer Schiefer, grünlicher und weisslicher Talkschiefer, dem Taunuschiefer ähnlich, mit eingelagerten Quarzfelsmassen.

Rother und roth und weiss gestreifter Thonschiefer.

Grauer mürber Thonschiefer.

Diabas, einzelne Kuppen in einem dem dillenburger und thüringer Kugeldiabas (Eisenspilit) sehr ähnlichen Gestein zusammensetzend.

Quarziger Sandstein.

Blauer Thonschiefer.

Kalk mit Productus giganteus (Kohlenformation).

Nächst der Mündung der Utka in die Thiussowaja bildet die Devonformation mehrfach gefaltete Mulden, ähnlich denen, welche in Deutschland so oft beobachtet werden. Die Schichten streichen *h.* 10 und fallen 30—40^{0} westlich.

Auf crystallinischem Schiefer von grünlicher Farbe mit Quarzfelseinlagerungen ruhen:

1) Thonschiefer mit *Spiringerina reticularis* Gmel., *Spiringerina latilinguis* Schnur., *Orthis opercularis* Schloth., Cyathophyllum; sehr mächtig,
2) Kalk mit Stromadopora sp. 14 Fuss
3) Quarzfels . . . 10 „
4) Thonschiefer . . 2 „
5) Quarzfels . . . 8 „
6) Thonschiefer mit Kalkgeoden, darin eine lange schmale Spiringerina und eine Terebratula; 70 Fuss,
7) grauer Thonschiefer ohne Versteinerungen; 175 Fuss,
8) Quarzfels und feinkörniger Sandstein mit einer dünnen Schicht Schieferthon, worin Stigmaria; 70 Fuss,
9) bituminöse Schicht, kalkig mit einer kleinen unbestimmbaren Bivalve; 6 Fuss,
10) dickgeschichteter schwarzer Kalk ohne Versteinerungen; 140 Fuss,
11) schwarzer Thonschiefer mit Kieselschiefer; 3 Fuss,
12) dünngeschichteter bituminöser Kalk mit Productus latissimus.

Die Partie Nr. 1 bis Nr. 6 bildet an dem linken Ufer der Utka ein Faltensystem. Der Thonschiefer 1, kömmt dadurch in drei schmale Mulden trennenden Sattelkuppen zum Vorscheine. Die auf ihm ruhende Korallenkalkbank 2 kömmt im Ganzen fünfmal mit entgegengesetztem Einfallen vor, ebenso die Schichten 3 bis 6.

Alsdann folgt der graue Thonschiefer 7 und endlich die wohl schon zur Steinkohlenformation gehörigen Kalke 9 bis 12.

An der Thiussowaja abwärts kommen Kohlenkalk und weiterhin Sandstein mit Steinkohlen vor, welche ich jedoch nicht sahe, da ich dazu keine Zeit erübrigen konnte.

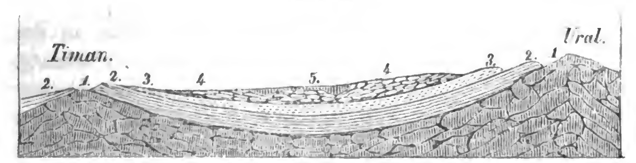
Die petersburger Devonformation ist in jeder Beziehung abweichend von der uralischen, erstere ist eine weiche mergel- und kalkreiche Ablagerung worin sich unzählige Fisch-

reste, viele Brachiopoden u. s. w. finden. Ich sahe sie bei Marjenow ohnfern Pawlosk.

3) Die Steinkohlenformation am Ural.

Am Westgehänge des Urals lagern sich auf die flach gegen Westen geneigten devonischen Schichten solche der Steinkohlenformation. Graf Keyserling*) schildert dieses Verhältniss, welches er in Regionen jenseits des 60. Grades nördlicher Breite im Petschoralande beobachtete. Er sahe zwischen dem Timan- und Uralgebirge 62½° nördlicher Breite folgende Schichtenfolge:

Fig. 2.



1) Als Unterlage crystallinische Silicatgesteine, welche jedoch am Timan kaum zu Tage kommen;
2) Silur- und Devonformation;
3) Bergkalk mit Productus latissimus und verschiedenen Corallen, nach oben öfters viel Feuerstein einschliessend und Fusulina cylindrica enthaltend;
4) pfefferfarbiger Sandstein mit undeutlichen Pflanzenresten. Darin eine Süsswasserbivalve (Cardinia);
5) Juraschichten.

An der Thiussowaja im Ural (58° n. B.) sahen Murchison, de Verneuil und Keyserling**) folgende Reihenfolge der Schichten von unten nach oben und westlich einfallend:

1) devonische Schichten,
2) Kalkstein mit Productus giganteus und P. comoïdes, also Bergkalk.

---

*) Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland gesammelt. Petersburg bei C. Kray 1846.

**) Geologie des europäischen Russlands und des Urals.

3) grauen Sandstein den Murchison mit dem flötzleeren Sandsteine vergleicht,
4) Steinkohlen bei Kalino, auf dem Gebiete der Fürstin Buthera,
5) Sandstein,
6) Conglomerate und Sandsteine aus Kieselschiefer, Bruchstücken von Bergkalk und Geschieben uralischer Silicatgesteine, darin bei Gorodock an der Thiussowaja Pflanzenversteinerungen.

Es wird dazu noch besonders hervorgehoben, dass am Ural die Steinkohlen wie in Deutschland über dem Bergkalke und dem flötzleeren Sandsteine lagern. Zwischen den ebenerwähnten beiden Punkten hatte ich Gelegenheit die Steinkohlenformation durch viele Schürfe, Stollen und Schächte an der Lunja, Kisel, Koswa und Uswa aufgeschlossen zu sehen*). Ich fand sie gelagert auf Schichten der devonischen Formation und in folgender Art gegliedert:

Tiefste Abtheilung: Sandstein und Kalkstein, zuweilen in Dolomit übergehend mit *Productus giganteus, P. latissimus, P. haemisphäricus, P. semireticulatus, P. tubarius, Chaetetes radians, Cytherea n. sp.*

Mittlere Abtheilung: Schwarzer Schieferthon mit schwachen Lagern von Kieselschiefer, Schwefelkies haltig nur 6—10 Fuss dick; Kalkstein mit *Productus plicatilis, P. striatus, P. Flemmingi, Spirifer Mosquensis, Lithodendron fasciculatum, L. floriforme, L. concameratum, Harmotites gracilis, H. confertus, Chaetetes radians, Cyathophyllum corniculum, Cy. arietinum, Caninia ibicina, Chaetetes radians, Phillipsia Eichwaldi.*

Endlich Schieferthon mit Kieselschiefer und Schwefelkies. An Punkten, welche einer ausnahmsweise stärkern Zertrümmerung durch hebende Kräfte ausgesetzt gewesen waren, hat sich der Schwefelkies bis auf eine gewisse nicht beträchtliche Tiefe in Braun-

*) Die produktive Steinkohlenformation am Ural. Im Bülletin der k. Societät der Naturforscher in Moskau 1860.

eisenstein, sogar in Rotheisenstein und Eisenglanz umgewandelt und bildet nun bauwürdige Eisensteinlager an der Ursia, bei Wsewolodowsk, Kiselowsk, an der Koswa und Uswa.

Obere Abtheilung: Diese scheint aus zwei nebeneinander aber gleichzeitig erfolgten Bildungen, einer Land- und einer Meeresbildung zu bestehen.

1) Landbildung:

grober, dickgeschichteter, grauer und grünlicher Sandstein, flötzleerer Sandstein, mit Resten von Stigmarien; den Wurzeln einer Sigillarie.

Steinkohle, in mehreren übereinander liegenden Lagern, zwischen 2 und 21 Fuss mächtig.

Kalkiger Schieferthon und dünngeschichteter Quarzsandstein. Im Schieferthon über den Steinkohlen kommen an der Uswa Süsswassermuscheln, namentlich Anodonten und Cycladen vor.

2) Marine-Bildung, vielleicht in schmalen Lagunen entstanden.

Sehr kieselhaltiger Kalkstein, dünngeschichtet, in der Regel weiss, voller Korallen namentlich Fenestella, Coscinium und einer grossen Fusulina. Darin sind sehr selten eine kleine *Terebratula* und ein *Euomphalus*.

Auf dem Fusulinenkalke liegen pfefferfarbige Mergel und Sandsteine mit unkenntlichen Pflanzenresten, von geringer Stärke, ihnen folgen die gröbern Conglomerate der permischen Formation. An keiner Stelle ist die Auflagerung des Fusulinenkalkes auf den kohlenführenden Sandstein mit Sicherheit zu beobachten; die Steinkohlen treten aber in einzelnen Schächten, wo ihre Mächtigkeit und die ganze Stärke des unter ihnen gelagerten flötzleeren Sandsteines durchteuft ist, über den Kalksteinen der mittleren und unteren Abtheilung auf.

An der Lunja, einem kleinen Seitenzuflusse der Lithwa, ist etwa 7 Werst, östlich von Lithwinsk auf dem Gute des Herrn Nikita von Wsewolojski das nördlichste Ende der Steinkohlen-Lager aufgedeckt. Weiter im Norden kommen nur flötzleerer Sandstein und Productuskalk zum Vorscheine.

Die Steinkohlen sind daselbst durch einen Bergbau erschlossen 10 bis 21 Fuss mächtig und sehr gute Glanzkohlen, welche im Durchschnitte nach einer von Herrn Professor Stein zu Dresden ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung haben:

Wasser	8,000	p. Ct.
Asche	7,688	„ „
Schwefel	5,267	„ „
Kohlenstoff . . .	66,052	„ „
Wasserstoff . . .	4,416	„ „
Sauerstoff . . .	8,577	„ „
Stickstoff . . .	Spur	„ „
	100,000.	

Vergleichen wir diese Zusammensetzung mit der deutscher Steinkohlen, so ergibt sich, dass sie der der bessern nahe kömmt.

Die Steinkohlenflötze von Lithwinsk bis zur Uswa sind überall von gleicher Güte und Mächtigkeit; sie sind ziemlich flach gelagert, ihr hangendes und liegendes Gestein ist fest und geschlossen; die Gewinnung kann desshalb leicht erfolgen. Ich überzeugte mich, dass der Scheffel (1 Centner) Kohle für 1 bis 1¼ Silbergroschen an die Halde zu legen ist, ein Preis, welcher dem, beim Abbaue ganz ähnlich gelagerter mächtiger Kohlenflötze in Oberschlesien gezahlten, sich nähert. Nach Massgabe eines grössern Versuchs an Ort und Stelle, kann die Lunjaer Steinkohle durch Waschen leicht von dem anhängenden Schwefelkiese befreit werden, dadurch wird ihr Aschen- und Schwefelgehalt vermindert und grossen Theils entfernt.

Sie gibt einen guten Koaks, backt als feinstes Pulver leicht und fest; brennt mit langer weisser Flamme und liefert wie ihre Zusammensetzung schon schliessen lässt ein gutes Gas.

Alle diese Eigenschaften befähigen sie zu einem bedeutenden Faktor in der industriellen und commerziellen Entwicklung des russischen Reiches.

Die Kohlenlager erstrecken sich, so weit jetzt bekannt, von der Lunja bis zur Thiussowaja in einem etwa 1½ Werst

breiten und 140 Werst langen Streifen, sie bedecken also eine Fläche von beiläufig 200 □ Werst oder 4 deutschen Geviertmeilen.

Das Terrain wird von den jederzeit schiffbaren Flüssen Thiussowaja, Uswa, Koswa, Jaiwa mit der Kama, einem der grössten Ströme Europas und durch diese mit der Wolga, dem Hauptverkehrswege des europäischen Russlandes, in Verbindung gesetzt; es ist somit leicht diese uralische Steinkohle zur Heizung der Dampfboote und zum Betriebe vieler Fabriken zu benutzen. Bis jetzt findet sie so gut wie gar keine Verwendung, man benutzt sie einzig auf der Eisenhütte des Herrn Nikita von Wsewolojski zu Alexandrowsk bei Lithwinsk zum Heizen der Eisenpuddelöfen und der Dampfkessel. Die Geringschätzung gegen einen so höchst werthvollen Stoff, welcher in nationalökonomischer Beziehung das Gold bei weitem übertrifft, lässt sich nur aus dem Umstande erklären, dass die Besitzer desselben ihre Güter am Ural kaum kennen, zum Schaden ihres Vaterlandes und ihrer selbst, häufig im Auslande ihre Revenuen verzehren und öfters Beamten haben, welche auf den Werth der Naturproducte und den Vortheil ihrer Herren weniger achten. Der Graf Keyserling weisst in seiner oben angeführten Schrift wiederholt darauf hin, dass die leibeigene Bewohnerschaft Russlands das Vorkommen nutzbarer Mineralien aus Furcht, noch mehr zum Frohnen herangezogen zu werden, sorgfältig verheimliche, falsche Nachrichten darüber verbreite. Die Geschichte des russischen Bergbaues kennt Fälle in welchen eben jene niedergetretenen Menschen an den Verräthern ihres Geheimnisses furchtbare Rache übten.

Aus diesen Ursachen und aus der nach seinen eigenen Mittheilungen nur sehr flüchtigen Besichtigung der Steinkohlenlager an der Lunja und Koswa, erklärt sich denn auch wohl das ungünstige Urtheil, welches von Grünewald*) über den Werth jenes Naturschatzes ausspricht.

*) Beiträge zur Kenntniss der sedimentären Gebirgsformationen in den Berghauptmannschaften Jekatharinburg, Slatoust und Kuschwa, Petersburg 1860.

Aber auch für das Gouvernement Perm, dieses an Erzen so gesegnete Land, sind jene Kohlen von grosser Wichtigkeit. In ihrer nächsten Nähe kommen, sowohl in der Steinkohlenformation selbst, als auch in jüngern Ablagerungen reichlich gute Eisenerze vor, von denen einige auf ihre Zusammensetzung untersucht wurden und nach Erich folgende Gehalte besitzen:

	Brauneisenstein Kiselowsk.	Ursia.	Raseneisenstein Lithwinsk
Eisenoxyd	81,2 p. Ct.	79,5 p. Ct.	70,0 p. Ct.
Wasser	10,9 „ „	12,6 „ „	22,3 „ „
Schwefelsäure	5,2 „ „	5,1 „ „	4,2 „ „
Kieselerde	1,6 „ „	1,6 „ „	2,4 „ „
Thonerde	Spuren	Spuren	Spuren

Der schöne Rotheisenstein von der Uswa ist dem, mancher nassauischen Gruben gleichzuschätzen. Der Schwefelsäure - Gehalt des der Steinkohlenformation entstammenden Brauneisensteins wird durch dessen Entstehung aus Schwefelkies veranlasst; der gleiche Gehalt der sehr mächtig und allgemein verbreitet vorkommende Rasenerze wohl durch die Pflanzenasche; denn alle Rasenerze dieses Landes sind aus wässriger Lösung über Moos und Flechten präzipitirt.

Ueberdies finden sich aber an der Kama ausserordentlich mächtige und ausgedehnte Kupfererzlager, welche jetzt schon, trotz des sich immer mehr fühlbar machenden Holzmangels mit Nutzen verschmolzen werden können, in welchen aber eine Quelle grossen Reichthumes liegt, sobald sie bei Steinkohlen verhüttet und weiter verarbeitet werden.

Auch auf der Ostseite des Ural treten namentlich bei Kamyschlow (genauer bei Nowo Pyschminsk) etwa 80 Werst östlich von Jekatharinburg Steinkohlen auf. Ich fand nicht Zeit dieses von meinem Wege entfernte Vorkommen selbst zu besuchen, hatte aber durch die Gefälligkeit des kaiserl. Berginspektors, Obristlieutenant Müller zu Jekatharinburg Gelegenheit Plan und Mineralsammlung darüber zu erhalten. Die Kohlen sind mehr anthrazitisch und russig, wohl weil ihre Lagerstätte sehr steil aufgerichtet ist; sie lagern aber

ganz so wie die auf dem Westgehänge des Gebirges vorkommenden zwischen Sandstein und Thonschiefer über dem Bergkalke. Wahrscheinlich ist das Vorkommen von Kamyschlow nicht das einzige, die Flötze werden südlich und nördlich weiter fortstreichen, sich aber unter jüngeren Massen verbergen.

4) Der Bau der permischen Formation.

Murchison legte dem in Russland verbreiteten Rothliegenden und Zechstein, indem er ein anderes noch jüngeres Gebilde, die Mergel und Sandsteine von Nischni-Nowgorod damit vereinigte, den Gesammtnamen die permische Formation bei. Ich habe allerdings nur geringe Theile dieser weit verbreiteten Ablagerung gesehen, eigentlich nur einige Querprofile durchreisst, ich fand aber, dass sich die sogenannte permische Formation in Russland wie in Deutschland in zwei scharf zu trennende Abtheilungen gliedert, von denen die eine aus Land- und Süsswasser-, die andere aus Meer-Bildungen besteht; dass sie sich sämmtlich den in Deutschland vorkommenden Süss- und Meerwasser-Bildungen derselben Periode ungemein näheren und dass auch für Russland die Bezeichnungen Rothliegendes und Zechstein ganz passend sind. Die Sandsteine und Mergel von Nischni-Nowgorod glaube ich von dem Zechsteine trennen zu müssen, ebenso die sie sowohl als das eigentliche Rothliegende hier und da überlagernde tuffartigen Kalkmassen, welche Wangenheim von Qualen noch zur permischen Formation zieht.

a) Das Rothliegende.

Wenn man an der Jaiwa 59° n. B. oder auf der Strasse von Jekatharinburg 56° 40′ n. B. vom Ural westlich den letzten Kalk der Kohlenformation verlassen hat, betritt man Conglomeratgesteine worin Bruchstücke von crystallinischen Silicaten des Urals, mit Kieselschiefer, Bergkalk, letzterer zum Theil mit kenntlichen Versteinerungen, mit Quarz und Thonschiefer vermengt in einem thonigen oder kalkigen Cemente liegen.

Bei Lithwinsk (59^0 n. B.) ruhen diese Schichten auf dem Fusulinenkalke und wechseln mit blauem Mergel. Sie enthalten undeutliche, an Farnstängel erinnernde Pflanzenreste und stimmen wohl mit den pfefferfarbigen Sandsteinen, welche von Keyserling im Petschoralande als Decke des Fusulinenkalkes beobachtet hat, überein. An der Thiussowaja beobachtete Murchison solche Sandsteine, welche aber schon gröberes Korn besitzen in der Nähe von Gorodok auf dem Steinkohlensandsteine ruhend; er fand darin gut erhaltene Calamitenstängel.

In der Nähe von Bisserskaja und Jellim an der Hauptstrasse von Perm nach Jekatharinburg entdeckte Murchison in einem solchen Gesteine ähnliche Calamiten; es glückte mir nicht an dieser von mir besuchten Stelle bestimmbare Pflanzenreste zu finden, wohl aber konnte ich mich überzeugen, dass man daselbst ein ähnliches Gestein vor sich hat, wie bei Lithwinsk.

Nirgends vom Petschoralande bis nach Bisserskaja sind Goniatiten in diesem Sandsteine aufgefunden worden, wohl aber im Petschoralande Anodonten oder Cardinien, welche der Zeichnung nach zu urtheilen, von denen aus der Steinkohlenformation an der Uswa abweichen.

Es bleibt wohl noch sorgfältigern Untersuchungen vorbehalten den behaupteten Znsammenhang des Goniatitensandsteines von Artinsk mit jenen Calamiten einschliessenden Sandsteinen von Bisserskaja und Gorodok festzustellen. Ich bemerkte, dass am ganzen Westgehänge des Urals verschiedene untereinander parallele Schichtenfalten vorliegen, welche oft inmitten einer jüngern Formation ältere Schichten kuppen- und sattelförmig zu Tage bringen. Ich habe solcher Kuppen von Productuskalk den Kohlensandstein durchstossend bei Lithwinsk mehrere gefunden und auf der, dem Bülletin der moskauer Naturforschergesellschaft beigelegten Karte über die productive Steinkohlenformation am Ural hervorgehoben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch bei Artinsk, wo sich nach Murchison besonders steile Schichtung bemerklich

machen soll, ein ähnlicher Sattel älterer Gesteine vorliegt und die Goniatitensandsteine heraufhebt.

Der pfefferfarbige Sandstein ist wohl überall eine Süsswasser- oder Landbildung, wenigstens berechtigen die in Schichten vereinigten Landpflanzenversteinerungen und die Reste von Anodonten (Flussschnecken) sowie der gänzliche Mangel mariner Thierformen zu dieser Annahme. Schon desshalb nehme ich Anstand ihn mit dem marinen Goniatitensandsteine zu vereinigen.

Westlich von Lithwinsk ruhen an der Wilwa auf jenem pfefferfarbigen Sandsteine grobe, rothe, unbestritten der permischen Formation zugehörige Conglomerate; an der Thiussowaja folgen ebenfalls solche Gesteine. Bei Bisserskaja und Jellim wird das Calamiten umschliessende Conglomerat allmählig zu einem feinkörnigen, in dünne Platten spaltenden, kohlensaures Eisenoxydul enthaltenden Sandstein, welcher bis Suksunsk anhält, dann von einem dichten, versteinerungslosen, dünnplattigen Kalksteine überlagert wird.

In der Richtung von Bisserskaja bis Suksunsk nehmen die Conglomerate und Sandsteine eine Breite von 40 Werst ein, bei Lithwinsk und an der Thiussowaja jedoch nur etwa von 30 Werst.

Der Kalkstein von Suksunsk bildet ein hier und da von Alluvionen überlagertes Band, welches erst bei Kungur unter dem Gypse vollständig verschwindet aber schon 4 bis 5 Werst vorher durch abgerissene Gypspartien überlagert ist. Bei Kungur fand ich in jenem Kalke breitblättrige Conferveníncrustationen, Abdrücke, welche an die von Walchiennadeln erinnern und einige sehr kleine Paludinen, einem kleinen *Planorbis* und einem kleinen *Unio*. Murchison erwähnt der pflanzenführenden Kalksteine unter dem Gypse von Kungur und theilt weiter mit, dass in einem solchen bei Jugowsk und an dem nahen Silwaflusse Cytherinen vorkommen. Kalk und Gyps begleiten die Sylwa bis zu ihrer Mündung in die Thiussowaja und dort sollen nach Murchison Unioniden im Kalke liegen.

Ich sahe nördlich von Perm den Kalkstein mit aufgelagertem Mergel und Gyps noch bei Polasinskoje, 20 Werst oberhalb der Thiussowajamündung auf dem linken Kamaufer hohe steile Felswände bilden, bei Maikor, Poschwa und Goroditsch 90 bis 120 Werst oberhalb Polasinkoje fehlt er, sammt dem Gypse jedoch gänzlich, so dass beide in der Nähe der Koswamündung in die Kama zu verschwinden scheinen. Der Kalk nimmt eine Breite von etwa 12 Werst ein. Westlich einfallend, auf- und angelagert ist das etwa 80 bis 120 Fusse mächtige Gypslager, welches ich von Polaschinskoje ab, bis südlich Kungur kennen lernte. Es besteht aus reinerem und unreinerem, fasrigem, crystallinischem und erdigem Gypse, welcher in dickeren und düneren Schichten mit Mergel, Thon und Kalk abwechselt. Die Kama und Sylwa, sowie einige Nebenflüsse derselben, haben darin steile felsige Ufer ausgewaschen. Die Breite der Gypszone stimmt ungefähr mit der des Kalkes überein ist aber in Westen übergreifend.

Westlich von dem Gypsstreifen beginnen die Kupfersandsteine. Es sind dies grau, roth und grünlich gefärbte, gröbere und feinkörnigere Conglomerate, aus uralischen Geschieben, welche mit Mergeln, bituminösen Thonen und dünnen Kalksteinbänken abwechseln. An einigen, keinen gleichbleibenden Horizont einhaltenden Stellen sind mehr oder weniger ausgedehnte Partien dieses Conglomerates von kohlensauren Kupfersalzen dergestalt durchdrungen, dass der durchschnittliche Kupfergehalt 1 bis 2 p. Ct. beträgt.

Die Kupfererzführung beschränkt sich auf solche Stellen an denen viele Pflanzenabdrücke im Gesteine vorkommen. Diese vegetabilischen Reste, Farne, Calamiten, Nöggerathien, Araukarien, sind gewöhnlich gänzlich von Malachit und Kupferlasur überzogen und durchdrungen, so dass ihre Anwesenheit offenbar die Veranlassung zur Fixirung des Erzgehaltes ist. Die pflanzenreichsten Lager sind auch die, welche am meisten Erz enthalten und hängt ihr Reichthum keineswegs von ihrer Entfernung vom Ural ab, wie behauptet worden ist.

Mit den Pflanzen kommen zuweilen Reste von Palaeonisceen und Sauriern vor.

Ueber dem Kupfersandsteine, welcher sich von Kuratinsk bei Kungur bis jenseits der Kama bei Ochansk in einer Breite von 80 bis 100 Werst ausdehnt, lagern in der Gegend um Perm keine jüngere Schichten des Rothliegenden, dagegen kommen hier und da Kalktuffe darauf vor, worin ich ausser Moosinkrustationen *Succinea amphibia*, *Limneus pereger* und *Planorbis marginatus*, Reste eines Molches auffand, welche also zur Quartärformation gehörig sind.

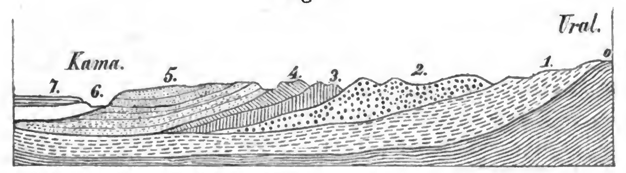
Etwas südlicher in der Nähe von Ossa an der Kama, sowie bei Sarapul besteht das obere Todtliegende aus rothen in Quadern brechenden Sandsteinen, welche sich gut zu Bauzwecken eignen dürften, aber kein Kupfer enthalten.

Die eben besprochene Abtheilung der paläozoischen Formation Russlands, gleicht dem böhmischen Rothliegenden ungemein. Letzteres enthält bei Hohenelbe, Turnau, Hermannseifen ebenfalls Süsswasserkalklager von grosser Mächtigkeit, ebenfalls über Farne, Nöggerathien, Calamiten, Walchien niedergeschlagene Kupfererzeinlagerungen, ebenfalls Palaeonisscen und neuerdings durch Herrn Professor Geinitz aufgefundene Saurierreste. Ich entdeckte darin kleine Süsswasserbivalven. Hier wie dort ist die Erzführung des Gesteines von den darin eingebetteten Pflanzen abhängig. Auch der deutsche Kupferschiefer, welcher unmittelbar dem Rothliegenden folgt, ist eine ähnliche Bildung. Kalke finden sich im Rothliegenden, welches wohl überall eine Süsswasserbildung ist, auch bei Darmstadt, Hanau und Marburg. Nur die dem permischen Rothliegenden eigenthümlichen Gypse fehlen in Deutschland gänzlich. Selbst der petrographische Charakter von Handstücken des permischen Rothliegenden und Kupfersandsteines stimmt mit dem deutscher und böhmischer Schichten derart zum Verwechseln überein.

Auf die obern Theile des Kupfersandsteines, welche überall eisenoxydfarbige (rothe) Conglomerate, dem deutschen Rothliegenden vollkommen gleichen, lagert sich dann der Zechstein. Ehe wir zu dessen Besprechung übergehen, wollen wir noch Einiges über die wahrscheinliche Entwicklungsgeschichte des russischen Rothliegenden nachbringen.

Der an 280 bis 300 Werst breite Streifen von Bisserskaja bis über die Kama bei Sarapul ist mit zum Theil über 600 Fuss dicken Conglomerat-, Sandstein-, Mergel-, Kalk- und Gypsmassen bedeckt, die sich überall als Land- und Süsswasserbildungen darstellen. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass sie sich überall in gleich dicken Lagern übereinander befinden, dass z. B. der pfefferfarbige Sandstein und das mit ihm zusammenhängende Conglomerat den Süsswasserkalk und Gyps und diese wieder den Kupfersandstein gleichmässig stark unterlagern. Die Ansicht, dass diese Schichten als Schutthaufenwerke sich nebeneinander entwickelten, hat weit mehr innere Wahrscheinlichkeit.

Fig. 3.



7. Trias. 6. Zechstein. 5. oberes Rothliegendes. 4 Gyps. 3. Süsswasserkalk. 2. unteres Rothliegendes. 1. Steinkohlenformation. 0. Devonformation.

Ich mache mir von der Lagerung und Entstehung dieser Massen im Allgemeinen die folgende Vorstellung zu deren Erläuterung ich vorstehende Vignette entworfen habe:

1) Ist die Karbonformation, welche vom Ural bis nach Wiasniki an der Kliasma und weiter hin westlich bis an die Quellen der Düna das mittlere Russland bedeckt.

2) Conglomerat und pfefferfarbiger Sandstein. Als der dem Ural zunächst liegende Theil der Kohlenformation durch allmählige Hebung ein flaches Festland ward, lagerte sich der Detritus der uralischen Berge, Bruchstücke von metamorphosirtem Schiefer, Quarz, Kieselschiefer, Feuerstein, Bergkalk u. s. w. daselbst an, es wuchsen Pflanzen darauf, welche zum Theil darin begraben wurden, während der im Wasser

als Bikarbonat aufgelöste Kalk der Kohlenformation, durch Bäche fortgeführt, erst weiter westlich in Sümpfen zur Ruhe kam, indem ihn Conferven präzipitirten.

3) Der auf diese Weise gebildete Süsswasserkalk mag, indem jene Bäche auch, aus der Zersetzung von Schwefeleisen der Bergkalk- und Kohlenformation entstandenes schwefelsaures Eisenoxydul und durch dessen Einwirkung auf den Kalk gebildeten Gyps aufgelösst enthielten, sich mit Gyps und Schwefeleisen gemengt haben. Das letztere zersetzte sich später wieder, gab Veranlassung zur Entstehung eisenschüssiger, rother Mergel, während sich der in der Schwefelsäure aufgelöste Kalk mit dem schon vorher vorhandenen Gypse zu grössern Knollen, selbst zu Lagern vereinigte. Bekanntlich ist der Gyps in vielen Gebirgslagern nachträglich entstanden. Bunsen beobachtete dessen Zusammenziehung aus schwacher, wässriger Lösung zu einem Lager zwischen Thonen auf Island; in den verschiedensten Gebirgsformationen Deutschlands ist dessen secundäre Entwicklung im Thon, Mergel und Kalkstein in gleicher Weise zu studiren.

4) Es entstand wohl so auch der mit Kalk und Mergel abwechselnd gelagerte Gyps des russischen Rothliegenden. Vom Kalke (3) und Gypse (4) konnten indessen später, als von auflöslichen Körpern, wieder viele Theile durch Wasser fortgespült werden. Es hat dies auch wirklich stattgefunden, wie zahlreiche über das Terrain verbreitete Erdfälle und einige tiefe Höhlen bezeugen.

5) Der Kupfersandstein. Die unterdessen sich weiter geltend machende Hebung des Landes veranlasste diejenigen Querspalten im Ural, welche nun der Thiussowaja, Ufa, Byelaja und dem Uralflusse als Betten dienen; sie stellte dadurch die Verbindung der kupfererzführenden silurischen Ablagerungen des uralischen Ostgehänges auf einigen Punkten mit dem Westen zu Wege.

Jene Hebungen zerstörten auch den pfefferfarbenen Sandstein und das mit ihm gleichalte Conglomerat zum Theil wieder. Sein Detritus vermischt mit dem uralischer Gesteine gab das Material zu dem im allgemeinen feinkörnigen Kupfersandsteine. Auf dem Festlande konnten Dünen- und Wüstenbildungen in Form von Sandanhäufungen, Flussbildungen als Grand- und Schlammlager, Sumpfbildungen als Kalktuff und Torf entstehen. Sie bildeten sich in der That und gaben dadurch Veranlassung zu der höchst mannigfaltigen in verschiedenen Gegenden so abweichenden Gliederung des Kupfersandsteines und obern Rothliegenden. Wo die aus dem östlichen Ural kommenden, vorher genannten Flüsse, Torfmoore berührten oder in sumpfigen Ebenen sich zu Morast ausbreiteten, da konnten Pflanzen im Laufe der Zeit die im Wasser jener Flüsse aufgelössten Metallsalze in Schwefelmetall umwandeln. Wir finden desshalb vorzugsweise an denjenigen Stellen, wo jene Flüsse die alte Ebene am Fusse des Ural bewässern, solche Kupferlager, während sie dem Gebirge näher gänzlich fehlen und auch nördlich der Thiussowaja bis jetzt nicht beobachtet wurden.

Der Kupfergehalt des Flusswassers mochte ausserordentlich gering gewesen sein, er war ohne Zweifel dem Leben der Pflanzen und Thieren durchaus nicht nachtheilig. Die durch die Verwesung von Pflanzen entstehenden Schwefelalkalien schlugen die gelössten Metallsalze als Schwefel- und Kupferkies nieder. Solche Prozesse fanden, wie sie sich heute in Sümpfen und Morästen unter unsern Augen entwickeln, zu jeder Zeit statt, wir sehen desshalb Kohlenlager, bituminöse Thone und Schiefer so häufig von Schwefelkies, Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz begleitet und jene Schwefelmetalle so häufig die Formen von Holz, Aesten, Stängeln, Blättern und Früchten der verschiedensten Pflanzen überziehen*). Desshalb sind diejenigen Schichten des Kupfersandsteines, worin die meisten

*) R. Ludwig. Geognostische Beschreibung der Wetterau. Festgabe der wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde bei ihrer fünfzigjährigen Jubelfeier. Hanau 1858.

Pflanzenreste vorkommen beiweitem die kupferreichsten, desshalb sind die Pflanzenreste selbst gewöhnlich ganz mit Kupfererz überzogen, ganz so wie in den böhmischen und deutschen Lagerstätten gleichen Alters.

Sobald die neugebildeten Schichten durch weiter fortschreitende Hebung des Landes trocken gelegt wurden, begann ihre Zersetzung durch die Atmosphärilien. Die der Oberfläche zunächst gebliebenen Schwefelmetalle, oxydirten und wurden theils den tiefern Schichten theils den entfernteren Sümpfen zugeführt. Sie änderten entweder durch chemische Wahlverwandschaft oder auch durch chemische Attraktion gezwungen, abermals ihre Form; es entstanden dadurch concentrirtere Erzlager, es ward aus dem anfänglichen Schwefelmetalle Oxyd und kohlensaures Salz. Das Eisen der Kupferkiese blieb zum Theil als Oxydhydrat neben dem Malachite zurück, zum Theil ward es abermals zu Oxydul reducirt in Kohlensäure gelöst und schlug sich anderwärts als Rasenerz wieder nieder.

Nie rastender Stoffwechsel ist Leben der Erde. Auch in diesem Gesteine sehen wir es thätig unermüdet wirken von Anfang bis auf diesen Tag Wenn die russischen Bergleute auf den weiten Flächen des Rothliegenden nach Kupfererzlagern suchen, so wählen sie vorzugsweise diejenigen Stellen aus, an denen sich auf der Oberfläche Kieselholz findet. Sie haben also die Veranlassung zur Ansammlung der Erze sehr richtig in dem Vorhandensein der Pflanzen erkannt.

Da die grosse weite Fläche vom Ural bis zur Kama zur Zeit der Bildung des Rothliegenden ein Festland mit grösseren und kleineren Sümpfen war, so ist es möglich, dass sich darauf auch Kohlenstoffansammlungen gebildet haben, mit anderen Worten, dass darin Steinkohlenlager vorhanden sind. Es wäre meines Erachtens wohl der Mühe werth durch einige Bohrversuche die Frage zu erledigen.

Schliesslich noch die Bemerkung, dass alle im permischen Rothliegenden vorkommenden und wahrscheinlich der grössere Theil der noch weiter in Mittelrussland über der Kohlenformation und dem Zechstein ausgebreiteten Conglo-

merate, Sande, Thone und Kalke die Stoffe zu ihrer Bildung aus dem Ural bezogen haben. Nur allein die im Rothliegenden von Bisserskaja bis zur Kama, auf einer Breite von 270 Werst (ca. 29 deutsche Meilen) und in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 500 Fussen vorkommenden Ablagerungsmassen müssen auf die Fläche des jetzigen Urals, dessen Breite ebenfalls etwa 270 Werst beträgt, gesetzt, dessen Höhe um 500 Fusse vergrössern. Eine gleiche Masse wird wahrscheinlich nach den östlichen asiatischen Ebenen entführt worden sein; man kann also wohl annehmen, dass der Ural indem er sich allmählig aus der Tiefe erhob, durch die Gestein zerstörenden und abnagenden atmosphärischen Einflüsse, um eine Schicht von mindestens 1000 Fuss Dicke erniedrigt worden ist. Während die leichtern Mineralien als Quarz, Feldspath, Glimmer, Thon u. s. w. durch Wasser und Wind in die Ferne entführt wurden, blieben schwere Massen als Kiese von Eisen und Kupfer, nebst dem darin enthaltenen Golde und Platin an ihrer Ursprungsstätte zurück und sammelten sich allmählich zu bauwürdigen Lagern von Eisen, Kupfer, Gold u. s. w. an. Ich bemerke dies hier nur beiläufig und komme später bei Besprechung der Erzlager am Ural darauf zurück.

b) Zechstein.

Graf Keyserling stellte durch seine Beobachtungen im Petschoralande fest, dass zwischen Timan und Ural der Zechstein fehlt. Dagegen fand er diese marine Bildung auf dem Westabhange des Timan und da, wo sich dieser Höhenzug dem Ural am meisten nähert bei Ustnem etwa 20 Meilen oberhalb Tscherdin. Die, diesem nördlichen Vorkommen zunächst gelegene Stelle, an welcher der Zechstein anstehend bemerkt wurde ist Malmisch an der Wiatka. Ich sahe ihn bei Jelabuga an der Kama, bei Tschistopol und Kasan.

Der Zechstein gliedert sich an diesen Orten ganz so wie in Deutschland in drei Etagen. Die untere ist ein grauer, gelber oder weisser Kalk, dicht bis kreideartig, abwechselnd

mit Mergel und Schieferthon. Er umschliesst folgende Versteinerungen, wovon ich ausserordentlich schöne Exemplare bei Herrn Professor Wagner zu Kasan sahe: *Nautilus Freieslebeni; Productus Cancrini; Terebratula elongata, peitinifera, Schlotheimi; Spirifer Blasi, curvirostris; Avicula Kasanensis; Nucula Kasanensis; Arca sp. Cyathocrinus ramosus.*

Darüber breiten sich Mergel mit Gyps aus, die die deutsche Anhydritetage vertreten. In der Umgebung von Ohrenburg und Bielebei scheinen die Gypse seltener zu sein, überall aber ruhen die Zechsteine, Kalke und Mergel, auch hier auf Rothliegendem mit Kupfererzen, nur seltener haben sich auch in den Mergeln des Zechsteines Kupfererze angesammelt, was bekanntlich auch in Deutschland hier und da der Fall ist*).

Auf dem Thon und Gyps ruht bei Jelabuga eine schwache Schicht weisser, poröser Kalk und Dolomit, welche durch und durch von kleinen Bläschen durchzogen, ein erbsensteinartiges Ansehen hat. Darin kommen vor: *Schizodus truncatus (?) Schizodus Rossicus, Gervillia antiqua, Mytilus Hausmanni, Avicula kratophaga. Ostrea sp. Rissoa sp. Natica sp.* Diese Schicht wird auch bei Kasan als die oberste der Formation bemerkt.

Auf ihr ruhen nun an der Kama und Wolga mächtig entwickelte braune, rothe, grüne Mergel, lockere Sandsteine, mit Gyps, Kalzedon, dichtem Plattenkalke, welche wohl nicht mehr zum Zechstein gezogen werden können. Weil in Deutschland, wo bekanntlich der Zechstein vollkommen entwickelt auftritt, dessen oberste Schicht *Schizodus* Arten, *Mytilus Hausmanni* und die übrigen vorher verzeichneten Muschelarten enthält, so glaube ich die permische Zechsteinschicht worin dieselben Muscheln vereinigt sind, ebenfalls für die äusserste obere Grenze der Zechsteinformation ansehen zu dürfen; demgemäss ziehe ich die Sandsteine und Mergel mit untergeordneten Gyps- und Kalkstein-Lagern, welche bei

---

*) Meine Aufsätze über die Zechsteinformation in den wetterauer Jahresberichten. Hanau 1853 und 1858.

Jelabuga, Kasan auf diese Schichten mit *Schizodus* und *Mytilus Hausmanni* folgen, sowie den Sandstein von Nischni-Nowgorod zur Trias.

Der Zechstein ist an der Kama nur von geringer Mächtigkeit; er gleicht auch in dieser Beziehung dem Deutschen. Betrachten wir die Karte von Russland, nachdem wir die Puncte an denen Zechstein mit versteinerten Meeresmuscheln beobachtet worden ist, bezeichnet haben, so erkennen wir, dass das Meer, worin sich dieser Kalk ablagerte ein schmaler, vom Eismeere aus westlich am Timan herab, über Jelabuga nach Sakmara und dem Uralflusse hin sich ausdehnender Golf war. Auch in Deutschland ist der Zechstein in einem gegen Norden offenen Meere abgelagert, woraus ich die Armuth seiner Fauna erkläre.

In der Sammlung des kaiserl. Bergcorps zu Petersburg ward mir ein Stück Kalk, als aus der obersten Lage des permischen Systems stammend vorgezeigt. Dieses Stück ist offenbar neuester Bildung, ein über Moos präzipitirter Kalktuff, welcher sich im Gouvernement Perm und anderwärts in Russland häufig findet. Ich habe schon vorher eines Vorkommens bei Perm erwähnt. Ich fand solche Kalktuffe mit jetzt lebenden Schnecken, auch bei Tscheboksar an der Wolga und bei Moskau, an ersterem Orte auf Triassandstein, an letzterem auf Bergkalk.

5) Die Trias in Russland.

Dasjenige Stück der Erdoberfläche, welches während einer geologischen Periode als Festland oder Insel über dem Meeresspiegel erhaben lag, muss von Land- und Süsswasserbildungen dieser Periode bedeckt sein, während sich an seiner Küste die jener Zeit eigenthümlichen Meeresabsätze niederschlugen.

Im nördlichen und mittleren Russland wurden bisher keine marinen Schichten der Trias beobachtet, die nach dem Zechstein kommende nächste Meeresbildung ist die Juraformation. Indessen ruhten die Gestein bildenden Ereignisse nicht; auf dem nördlichen Festlande entwickelten sich mäch-

tige Ablagerungen von Sand, Mergel, Kalk. Sie entstanden als Wüsten-, Dünen- und Sumpfbildungen.

Bisher hat man in diesen Schichten, nur wenige Versteinerungen gefunden, Herr Wagner zu Kazan besitzt daraus Reste, eine Voltzia. Bei Nischni-Nowgorod ist das rechte Wolgaufer aus steilen vielfältig von tiefen Wasserrissen durchschnittenen Hügeln gebildet. In einem solchen Wasserrisse mass ich folgendes Profil von oben nach unten:

Lehm und Schutt	20	Fuss,
gelber Mergel	26	„
sandige, kalkige, aschenartige, lockere, grau, lila oder gelb gefärbte Schicht	14	„
Divergirend gelb, weiss und roth gestreifte Thonmergel	34	„
Kalkmergel, fest, dünngeschichtet	3	„
rosenroth und weiss gestreifte Mergel	24	„
grünliche Thonmergel	18	„
gelber fetter Thon	40	„
grün, weiss und rothgebändeter Thon	36	„
fester Mergel und gelber Sandstein	10	„
abwechselnd rothe und gelblichweisse Mergel mit Gypslagern und Knollen	75	„
loser, chocoladebrauner, glimmerreicher Sand mit rothen Geoden von kalkigem Thon und Gyps	20	„
loskörniger Sandstein und Mergel	14	„
Spiegel des Okaflusses	334	Fuss.

Weiter abwärts an der Wolga treten solche bunte Mergel mit Sand, Kalk und Gyps wechselnd, allgemein verbreitet auf, sie reichen ohne Unterbrechung bis Kasan gegenüber, wo sie auf der obersten Schicht des Zechsteines lagern. Sie begleiten diese Schicht Kamaaufwärts bis oberhalb Jelabuga. Aber sie finden sich auch ebenso westlich von Nischni-Nowgorod gegen Wiasnicki und reichen bis an und über den Bergkalk hinaus.

Bei Kineschma und Juriewetz an der Wolga, sowie an der Sura und Oka werden jene Sandsteinschichten von der

Juraformation bedeckt, der sie also im Alter vorausgehen. Sie haben überall grosse Aehnlichkeit mit dem deutschen Keuper, welcher wohl meist unter ähnlichen Bedingungen gebildet ward. Dass in ihnen noch so selten Versteinerungen aufgefunden wurden,' erklärt sich von selbst, weil man solche nur an wenigen Stellen darin aufsuchte; sie werden sich ebensowohl finden lassen, wie in anderen Sedimenten, wenn gleich zu vermuthen ist, dass in der russischen, als einer nördlichen Triasformation andere Arten als in den westeuropäischen Schichten gleichen Alters eingeschlossen sind.

Während der Bildungsperiode dieser Sande und Mergel muss eine theilweise Senkung des russischen Bodens stattgefunden haben, denn über längst vorher trocken gewordenes Land, wie über die Bergkalkschichten von Moskau, Wladimir, über die von Samara, über den Triassand und das Rothliegende der Gouvernements Kasan, Wiatka und des Petschoralandes verbreiteten sich marinen Ablagerungen der Juraformation in schmalen langgestreckten Streifen, welche jetzt von einander getrennt ohne Zweifel ehemals zusammenhingen und von Süden nach Norden vorgerückt sein möchten. Am grossen und kleinen Bogdo in der Nähe der Wolgasteppe, sind für marinen Triaskalk (Muschelkalk) gehaltene Schichten mit *Ceratites Bogdoanus* v. Buch und *Mytilus aff. eduliformis* bekannt; ich sahe sie nicht.

6) Juraformation.

Die Juraformation des mittlern und nördlichen Russlands ist bekanntlich weniger reich gegliedert als die des südwestlichen Europas; sie ist in flachen Meeresbuchten abgelagert, von geringer Mächtigkeit (kaum 60 Fusse) und besteht vorzugsweise aus bituminösen schwefelkiesreichen Thonen, grauen und grünen Sanden mit Kalkconcretionen und Sandstein. Ich konnte uur in der Nähe von Moskau einige Profile des dort auf dem Bergkalk ruhenden Jura sehen, zu denen mich der Secretair der Naturforscher-Gesellschaft Herr Dr. Auerbach begleitete.

Das was ich über diese Schichten sagen könnte, ist längst aus den Schriften von Fischer von Waldheim, Murchison, de Verneuil, v. Keyserling, Auerbach, Frears, Trautschold u. A. bekannt geworden; ich kann nur bestätigen, dass sich darin die Versteinerungen in schönster Erhaltung in drei auch petrographisch von einander abweichenden Etagen finden, dass diese Versteinerungen zum Theil von westeuropäischen derselben Formation verschieden, dass die bituminösen Thone so reich an Schwefeleisen sind, dass man darauf mehrere Schwefelsäurefabriken begründen konnte.

Bei Kharaschowa und Mniowiki in der Nähe von Moskau entnahm ich den Schichten folgende organische Reste:

1) Untere bituminöse glimmerreiche Thonlage

Ammonites alternans Buch
„ *coronatus* Shloth
Belemnites aff. subclavatus Voltz
Dentalium sp.
Astarte cordiformis Desh
Cerithium sp.

2) Mittlere Schicht, grüner Sand mit Kalkconcretionen

Ammonites virgatus Buch
„ *biplex* Sow
„ *cordatus* Sow
„ *valitus* Phill
Belemnites aff. canaliculatus Schloth
„ *sp.* kurz im Querschnittte eckig
„ *sp.* kurz dick mit weiter Alveole
Pleurotomaria Buchana d'Orbg
Turbo Buschana d'Orbg
Trochus sp.
Turritella sp.
Astarte Duboisana d'Orbg
Arca elongata d'Orbg
Nucula sp.
Ostrea sp.
Buschia planata d'Orbg

Panopaea antiqua d'Orbg
Lucina heteroclina d'Orbg
Cardium concinnum Buch
Cardium sp.
Lyonsia Alduini d'Orbg
Thracea Frearsi d'Orbg
Venus ovoïdes Buch
Pecten demissus Bean
Cyprina Cancrini Fischer
Terebratula nucleata Fischer
Rhynchonella oxoptycha Fischer
Coniferven Holz.

3) Obere Schicht kalkig, thonig, sandig
Ammonites Köningi Sow
„ *catenulatus* Fischer
„ *Lamberti* Sow
Belemnites sp.
Aucella mosquensis Keys.
Pecten numullaris Phill.
Rhynchonella Loxiae Fischer
„ *oxoptycha* Fischer
Terebratula digona Fischer
„ *ornithocephala* Fischer
Cidaris spatulatus d'Orbg.

Wo die Juraschichten sich über den Bergkalk ausbreiten, da sind die obersten Schichten des letzteren in einer eigenthümlichen Weise umgewandelt. Ich bemerkte diese Umwandlung des Kalkes in Quarz und Hornstein sowohl bei Moskau, als auch an der Kliasma nächst Pokrow und Wladimir. Bei Moskau ward behufs der Eisenbahn nach Wladimir ein Einschnitt durch Alluvium, Diluvium, Grünsand und Jura bis in den Bergkalk herein ausgehoben. Es fand sich dabei, dass der Bergkalk von unten ab aus abwechselnden Lagen rothen und grünen Thones mit dichtem Kalk und Kalkmergel bestehend, auf seiner Oberfläche 3 bis 6 Fuss lange rundliche Stücke von Kalzedon- und Hornsteinartiger Substanz mit den Versteinerungen der marinen Kohlenformation trägt,

welche in einen röthlichen und grünlichen Thon eingebettet sind. Wahrscheinlich waren diese Massen schon zu der Zeit von der Gesammtheit des Bergkalkes abgetrennte Blöcke, als eine theilweise Senkung des Terrains dem Meere wieder Zutritt in das Festland gestattete. Im Meere der jurassischen Periode lagen sie auf dem Boden und wurden darin zu dem verwandelt, als was wir sie jetzt vor uns sehen, indem sich der Kalk allmählig auflösste, während Kieselsäure an seine Stelle trat.

7) Weadenformation bei Moskau.

Herrn Dr. Auerbach zu Moskau gelang es in einigen mächtigen Sandsteinlagern, welche bei Klin und Taratowa in der Umgebung von Moskau die Juraschichten bedecken, Pflanzenreste aufzufinden, die sich mit denen der Wealdenformation in Deutschland vergleichen lassen. Ich sahe solche in der Sammlung Auerbach's und erhielt Copien von:

Alethopteris Göpperti Ettgshsn.
„ *recentior* „
„ *sp.* mit sehr kurzen starkgerippten Blättern an langer unverzweigter Fahne und einem zierlichen Farrenwedel, *Pecopteris Murchisonana.*

Die Orte des Vorkommens habe ich selbst nicht besucht.

8) Kreideformation nächst Moskau.

Wenn die über der Juraformation nächst Moskau liegende Sandsteinschicht von Katelniki, worüber Trautschold*) berichtet hat und worin sich neben *Natica vulgaris* Reuss; *Jnoceramus bilobus* Auerbach und noch 5 verschiedene neue Muschelspezies neben vier auch im unterliegenden Jura auftretende Arten finden, worin aber die *Inoceramen* und *Naticae* entschieden vorherrschen, wenn die grünen Sandsteine von Stepanowa worin *Ammonites interruptus* d'Orbg so ausgezeichnet vorkommt, zur Kreide gezogen werden können, so findet sich auch diese im russischen Süden weit verbreitete

*) Recherches géologiques aux environs de Moscou. Moscou 1858.

Formation im mittlern Russlande wenigstens in einzelnen abgerissenen Parzellen. Ich sahe bei Herrn Auerbach alle die in der oben citirten Trautschold'schen Arbeit namhaft gemachten und abgebildeten Petrefacte; es sind meist nur Steinkerne und Abdrücke. Den Ort des Vorkommens berührte ich auf einem Ausfluge ohne jedoch Versteinerungen zu bekommen.

9) Tertiärformation.

Es dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass auch in Mittelrussland Ablagerungen aus der Tertiärzeit vorkommen; bis jetzt ist jedoch davon nirgend etwas bekannt geworden, während im südlichen Theile des Landes bis Ohrenburg herauf sich entschieden eocene und miocene Ablagerungen mit Meeresconchilien und Landpflanzenresten vorfinden. Ich hatte Gelegenheit im Museum des kaiserlichen Bergcorps zu Petersburg, einige von Abich gesammelte Stücke zu sehen, darunter Conchilien denen der pariser Schichten und Pflanzen, denen der oligocenen wetterauer Braunkohlenformation gleich. Herr Dr. Auerbach theilte mir Abdrücke von einigen Stücken mit, welche seiner Sammlung angehören und vom Kamyschin nächst Saratow stammen. Das Gestein, welches einen steilen Hügel in der Wolga-Steppe bildet, ist ein sehr fester Quarzsandstein. Die Pflanzenreste, welche Herr Auerbach demnächst beschreiben will, scheinen mir von Salix und Ulmus zu sein; dabei fand sich eine höchst eigenthümliche Frucht, deren herzförmige dicke Saamentaschen spiralig um eine Spindel sitzen.

Es dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass die Flora der Tertiärperiode im mittlern und nördlichen Russland in vielen Beziehungen von der Westeuropa's abwich; dass sich aber namentlich in Sumpferz- und Kalktufflagern Manches finden wird, was an die Tertiärflora des letzteren erinnert. Bei Herrn Geheime Medizinalrath Dr. Göppert zu Breslau sahe ich vor einiger Zeit tertiäre Eisensteine aus Kamtschatka und Grönland, worin Abdrücke erhalten geblieben waren, die entschieden an *Sequoia Langsdorfi* erinnern; also mit denen

oligocener Schichten Deutschlands übereinstimmen. Bei der kamtschadalischen *Sequoia* liegt das leider zertrümmerte Blatt einer Dikotyledone, vielleicht wie Herr Göppert glaubt einer Juglaus.

Wenn wir berücksichtigen, dass im starkbevölkerten Deutschlande erst in der neuesten Zeit über das Alter so vieler Gesteine und Ablagerungen sich entschieden werden konnte, nachdem es gelungen war, Versteinerungen darin aufzufinden, dass alsdann manche vorher zu älteren Formationen gezogene Schichten zur Tertiärformation gestellt werden musste, so ist gewiss die vorher ausgesprochene Ansicht keine zu gewagte, besonders weil in Russland ältere und jüngere Formationen so oft den gleichen petrographischen Charakter tragen und so leicht Verwechselungen zulassen.

10) Quartärbildungen.

Wenn es in andern Gegenden schon sehr erschwert ist die auf dem Festlande abgelagerten Thon-, Lehm-, Sand-, Geröll-, Torf-, Kalktuff-, Sumpferzschichten sicher zu klassificiren, so ist dies in Russland noch um so mehr der Fall. Wahrscheinlich reichen viele für Bildungen der neuesten Zeit angesehene Lager derart schon in frühere Zeitalter hinauf, es fehlt uns nur das sichere Merkmal zu deren Bestimmung.

Manche erratische Blöcke und Geschiebe dürften z. B. auch in Deutschland schon in früheren Perioden eingewandert sein; die Bildung goldführender Schuttmassen begann bei uns wie am Ural, wohl schon in früheren Zeiten und setzt sich jetzt nur noch ununterbrochen fort.

Ich beschränke mich desshalb darauf nur einzelne Lager, welche jetzt die Oberfläche des Landes bilden, zu besprechen.

a) Erratische Geschiebe.

Am häufigsten kommen die erratischen Blöcke und Geschiebe im Nordwesten Russlands namentlich in Lithauen, Esthland und Finnland vor; sie bedecken zwischen Ostrow und Kowno ein- und aufgelagert in graugelben, zu Dünen

aufgewehten Sand grosse Strecken Landes und sind daselbst eine gern gesehene Erscheinung, weil sie erwünschtes Material zum Bauen von Häusern und Wegen darbieten.

Zwischen Ostrow und Kowno sahe ich unendliche Massen schwedischer und finnländischer Granite, Porphyre, Diorite zu Hügeln aufgehäuft und einzeln zerstreut liegen. Am reichsten ist der durch zahlreiche Landseen ausgezeichnete Streifen zwischen Reschitza und Solok in der Fortsetzung des rigaischen Meerbusens damit versorgt.

Ueber die in Finnland vorkommenden erratischen Blöcke hat Herr General von Helmersen schätzbares Material gesammelt, wovon er schon einen Theil in den Heidelberger Jahrbüchern für Mineralogie etc. (1860) veröffentlicht hat. Er ist der Ansicht, dass die meisten erratischen Blöcke und Geschiebe durch Treibeis aus dem Meere und auf Landseen transportirt sind, ich glaube, nach meinen Beobachtungen tiefer im Lande, dazu noch eine Wirkung von Strömen und Flüssen setzen zu dürfen, denn offenbar haben auch auf Flüssen treibende Eismassen die erratischen Geschiebe mit *Productus giganteus* und *Chaetetes radians* aus dem Bergkalke Mittelrusslands in den Norden an die Küste der Ostsee gefördert, wo sie nun die Kinder des Südens, mit nordischem Granit zusammenliegen. Gletscher konnten dies unter keinen Umständen. Auf meiner Reise durch Russand überzeugte ich mich, dass zwar in der Nähe von Petersburg noch die erratischen Geschiebe allgemein über die Silur- und Devonformation vertheilt sind, auch noch bis Moskau nicht selten auf und in dem Lehm mit Resten von *Elephas primigenius* vorkommen, dass sie sich aber schon hier mehr in einzelne Streifen vertheilen. Zwischen Moskau und Nischni-Nowgorod ist dies letztere noch mehr der Fall. Ich sahe sie daselbst nur zwischen den Poststationen Plotowa und Pokrow 70 bis 90 Werst östlich Moskau einen etwa 25 Werst breiten Streifen einnehmen und dann wieder im Okathale jenseits der Poststation Roschestweno bis nach Nischni-Nowgorod.

Von Plotowa bei Pokrow stecken die aus rothem Granit, schwarzem innig gemengtem Syenit und Diorit bestehenden

grossen und kleinen Geschiebe untermischt mit Kieselconcretionen aus dem Bergkalke in einem hellgrauen hier und da geschichteten Sande. Das Vorkommen mahnt an ein altes Flussbett. Es ist längs der Chaussee, zu deren Bau es das Material liefert, aufgegraben, man sieht an manchen Stellen deutlich wie der Sand auf Juraschichten, an andern wie er auf Schichten des obern Bergkalkes ruht. Die Verbreitung dieser Zone erratischer Blöcke, die sämmtlich stark gerundet sind, gegen Norden und Süden konnte ich nicht verfolgen, ich gewahrte nur, dass sie bei Pokrow östlich endigt und dass sich von diesem Punkte bis in das Okathal bei Nischni-Nowgorod keine mächtigere Ablagerungen der Art wieder finden, dass sich auf den Hügeln des Landes gar keine und nur im Thale der Kliasma hier und da solche Fremdlinge angesiedelt haben.

Sobald wir jenseits Wisniaky in der Nähe der Poststation Roschestwensk die Hügel des Conglomeratgesteines, welches ich zur Triasformation ziehe, hinter uns gelassen und die weite sumpfige Ebene betreten haben, in welcher Wolga und Oka zusammen kommen, fallen uns ansehnliche Massen von Diorit, rothem Granit, vermischt mit kieseligen Stücken der Bergkalkformation auf. Sie liegen in dem zu flachen Hügeln hier und da mitten im Sumpfe zusammengehäuften Sande und werden ebenfalls bis nach Nischni-Nowgorod hin als Chausseebaumaterial gewonnen.

An den Hügeln, welche die alte Stadt Nischni-Nowgorod tragen, sieht man sich vergeblich nach solchen Fündlingen um, woraus ich den Schluss ziehe, dass sie, sammt den sich noch weiter abwärts an den Ufern der Wolga vorfindenden Massen, durch Triebeis des Flusses aus dem Nordwesten hierher transportirt worden sind. Bei Kasan bemerkte ich Sand mit solchen Granit- und Dioritblöcken einen fetten, blauen Thon bedeckend. Der Thon ist vielleicht der Tertiärformation angehörig, welche sich vom Kaspisee an im Wolgathale weit aufwärts ausdehnt.

Weder an der Kama, noch an den in sie mündenden Nebenflüssen, noch auf dem Rothliegenden und Bergkalke der

permischen Ebene und des Urals, noch auf dem östlichen Gehänge des letztern bemerkte ich nördliche Geschiebe. Auch im Petschoralande scheinen sie zu fehlen, v. Keyserling erwähnt wenigstens in seiner oben angezeigten Schrift keines Vorkommens, welches sich auf erratische Geschiebe aus dem Terrain der crystallinischen Silicatgesteine Finnlands deuten liesse.

b) Gold- und Platinseifen.

Ablagerung von Schutt und Sand, welche gewöhnlich nur ein bis zwei, seltener drei bis sieben, höchstselten bis zwölf Solotnik gediegen Gold in hundert Pud, d. h. 0,0003; 0,0005; 0,0008; 0,0018; 0,0031 p. Ct. Gold enthalten, aber zuweilen noch bei $^1/_2$ Solotnik d. h. bei 0,00013 p. Ct. Gehalt mit Nutzen verwaschen werden. Dieser geringe Goldgehalt beschränkt sich in der Regel nur auf eine bestimmte Schicht des Schutthaufwerkes und würde auf die ganze Lagerungsmasse vertheilt, noch weit geringer erscheinen.

Die Goldseifen finden sich von den Platinseifen getrennt abgelagert, letztere enthalten in der Regel auch etwas Gold, $^1/_4$ bis $^1/_2$ Solotink in 100 Pud Sand, erstere sind dagegen ganz Platin frei, wogegen das Gold stets einen geringen Silbergehalt besitzt.

Das Vorkommen der Gold- und Platinseifen beschränkt sich auf den Ural und hier wieder auf die metamorphosirten Gesteine. Mit dem Golde kommen gemeinschaftlich Magneteisen, oft in starken Geschieben vor, mit dem Platin immer nur Chromeisenstein, woraus sich ergibt, dass sie aus dem Zerfallen verschieden zusammengesetzter Gebirgsschichten herrühren.

Alle diese Schuttlager finden sich in flachen Thälchen; sie liegen in der Nähe von Nischni-Tagilsk, wo ich mehrere sahe, sowohl östlich als westlich vom Kamme des Urals, während die meisten allerdings auf die Ostseite, wo die crystallinischen Gesteine vorherrschen, bebaut werden.

Viele solcher Schuttlager konnten nur bis zu einer gewissen Tiefe hinab aufgeschlossen werden, weil das oft in

ausserordentlicher Menge zudringende Grundwasser den Abbau verhindert und sich die Anlage theuerer Entwässerungsvorrichtungen in der Regel nicht lohnen würde. Wo aber ein vollständiger Abbau geführt ward, fanden sich die verschiedensten Gesteine als anstehende Unterlage. Jedoch kommt das Gold vorzugsweise in der Nähe von Chlorit- und Talkschiefer, das Platin nur auf chromeisenhaltigem Serpentin vor.

In der Regel bestehen die Seifen im Tiefsten aus gröberen Stücken, in denen bei Nischni-Tagilsk Magneteisen vorherrscht, manche dieser Lager könnten in Wahrheit als Eisenerzlager angesehen werden, so viel enthalten sie von diesem Stoffe. Darüber finden sich dann gröbere Sande, worin sich meist die reicheren Goldmassen, die Goldcrystalle und die zuweilen sehr schweren Goldklumpen antreffen lassen. Nach oben liegen feinere lehmartige Sande mit geringerem Goldgehalte und endlich Sand und Gerölle, Torf und Lehm ohne Goldgehalt, worin zuweilen Reste vom Mammuth vorgekommen sind.

Die goldführenden Streifen besitzen 8 Zoll bis 12 Fuss Dicke. Mit dem Golde vereinigt sind Crystalle von Quarz, Magneteisen, Eisenglanz, Granat, Zirkon, Strahlstein, Bruchstücke von Chlorit- und Talkschiefer, auch wohl, jedoch seltener von Serpentin und Thonschiefer. Der goldführende Theil der Seifen nimmt nicht immer eine bestimmte gleichbleibende Lage ein, sondern wechselt, so dass beständig Waschversuche darüber belehren müssen, ob die durch Tageabraum gewonnene Masse, auch die darauf verwendeten Kosten vergütet.

Ich sahe ein Lager an der Pischma ungefähr 30 Werst nördlich Jekatharinburg, worauf freie Bauern gemeinsam bauten, berührte weiter gegen das Hüttenwerk Newiansk noch mehrere. Alle sollen nur etwa $1^1/_2$ bis 2 Solotnik Gold in 100 Pud Sand liefern; einige waren schon vollständig abgebaut.

Bei Nischni-Tagilsk oder vielmehr bei dem 70 Werst davon entfernten Serebriansk Rudnik im Quellgebiet der der Thiussowaja zuströmenden Utka auf der europäischen Seite

des Ural, liegen auf devonischen Kalken und Schiefern sehr reiche Goldseifen, welche von Demidoff ausgebeutet seit mehr als 10 Jahren alljährlich 25 bis 30 Pud Gold geliefert haben. Der Durchschnittsgehalt der etwa 2 Fuss dicken lehmartigen Goldsandschicht wird auf 3—4 Solotnik angegeben.

An einer etwa 30 Werst davon entfernten Stelle, an einem südlichen Zuflusse der Utka befinden sich in der Nähe von Wisimotschaidansk die reichen Platinseifen Demidoffs, deren Sande ungefähr 0,007 p. Cent. Platin und etwas Gold enthalten. Man findet das Platin hier nur in Begleitung von Chromeisen, in der Nähe eines Serpentines und auf solchem verbreitet; es sollen selbst Einschlüsse von Platin im Serpentine vorgekommen sein.

In meinen Besitz gelangte eine Geode von Brauneisenstein, welche dem Anschein nach aus Schwefelkies entstanden ist und im Inneren eine grosse Anzahl dicker Goldblättchen eingewachsen enthält. In der Sammlung des kaiserl. Bergcorps zu Petersburg werden einige zu Brauneisenstein umgewandelte Schwefelkieswürfel aufbewahrt, welche Flitter gediegen Goldes eingewachsen enthalten.

Platin und Gold gehören zu den schwersten Körpern, sie werden sohin bei Fluthen, welche Erdarten und Rollstücke transportiren, offenbar am wenigsten weit fortgeschoben werden. Beide bestehen nicht selten aus sehr umfangreichen und gewichtigen Stücken und liegen in sandig-lehmartigen Massen, von denen sie durch gewöhnliches Schlämmen leicht getrennt werden können. Es ist desshalb schwer zu begreifen, wie sich die Ansicht bilden konnte, als ob sie durch Fluthen von ferneher dem Ural zugeführt worden seien.

Die Vermuthung liegt vielmehr nahe, dass sie der an Ort und Stelle zurückgebliebene Rückstand umfangreicher Gebirgsstücken sind, welche durch den Verwitterungsprozess zerstört wurden und deren grössere Masse in die Ferne entführt worden ist.

Wenn die oben bei Betrachtung des permischen Rothliegenden gegebene Berechnung der Massen, welche mit der

Zeit vom Ural abgebröckelt und zum Aufbau neuer Schichten benutzt wurden, annähernd richtig ist, so ist im Allgemeinen eine Platte von 1000 Fuss Dicke vom Ural abgerissen und fortgeschlämmt worden. Wenn der am Ural liegen gebliebene Goldsand der schwerste Rückstand aus dieser ungeheuern Gesteinmasse ist, so war anfänglich deren Goldgehalt so verschwindend klein, dass er sich jeder chemischen Analyse entziehen musste*). Aus diesem Grunde gelingt es dem Chemiker auch nicht, Gold in den anstehenden uralischen Gesteinen, aus deren Zerfallen die Goldseifen hervorgingen, aufzufinden.

Wahrscheinlich kommt das Gold, mit Schwefelkies innigst verbunden, in jenen Schichten vor; es deutet das vorher über Gold in Brauneisenstein Angeführte wenigstens darauf hin. Solche Kiese sind aber auch schon so schwer, dass sie bei der Zerstörung und Fortspülung der Erd- und Gesteinarten der Ursprungsstelle zunächst zurückbleiben, wie wir auf jeder Erzwäsche sehen können. Sie blieben also auch am Ural, sammelten sich in flachen Thalmulden an und liessen, indem sie mit der Zeit zu Brauneisenstein sich zersetzten oder als Eisenvitriol fortgespült wurden, das Gold frei zurück. Aber auch das Gold ist ein löslicher Körper, auch das Gold und das Platin können gelösst transportirt werden. Ich kenne gediegen Gold pseudomorph nach Bitterspath und Spatheisenstein. In den Kieselschieferlagern des Eisenberges bei Corbach im Waldeckischen findet sich, wie ich mich selbst überzeugt habe, das gediegene Gold als secundäre Bildung dendridisch auf Kluftflächen und Ablosungen und in dünnen Blättchen von 2—3 □ Zoll Ausdehnung die auf solchen Ablosungsflächen auscrystallisirten Spatheisenstein und Bitterspathe überziehend, eingeschlossen in Kupfergrün und Kupferschwärze, welche offenbar aus der Zersetzung des im Kieselschiefer eingesprengten Kupferkieses entstanden. Mein

*) Er betrug nach ungefährem Anschlage kaum 0,0000006 p. Ct. des Gewichtes der ganzen Gebirgsmasse.

verstorbener Freund E. Dieffenbach*) hat dieses Vorkommen entdeckt und darüber einen kurzen Bericht veröffentlicht.

Ich sahe das Gold in kleinen Flitterchen eingestreut, vereinigt mit Schwefelkies, Kupferkies, Magneteisen, Zinober, Malachit, kohlensaurem Eisenoxyd, Kalkspath im bituminösen, Versteinerungen führenden, der untern Carbonformation angehörigen Kieselschiefer des Eisenberges; es unterliegt keinem Zweifel, dass es sich daselbst gleichzeitig mit dem Sediment niederschlug. Wahrscheinlich war es im Meerwasser aufgelösst und wurde von Schwefel- und Kupferkiesmassen angezogen, die sich über Algen und Conferven gebildet hatten. Der Goldgehalt des eisenberger Kieselschiefers ist sehr unbedeutend. Eine Bergbaugesellschaft, welche das gesammte Gestein in Pulver zerkleinern liess, um daraus das Gold abzuschlämmen, konnte, da sich der Goldgehalt noch nicht auf 0,0005 p. Ct. belief, keinen Bestand haben und musste wieder eingehen, nachdem sie eine grossartige Untersuchung jenes Goldlagers gemacht hatte, aus der wenigstens ein für die Geologie brauchbares Resultat erwuchs.

Höchstwahrscheinlich war auch im Ural das Gold ursprünglich in den Sedimenten der Silur-, Devon- und Carbonformationen mit Schwefelmetallen verbunden; es schied sich bei deren Zerfallen in der vorher schon angeführten Weise ab, blieb in den Haufwerken als schwerste Masse zurück, wechselte aber endlich auch in diesem, noch seinen Ort. Chlorverbindungen, welche wie bekannt im organischen Reiche der Natur so sehr verbreitet vorkommen, waren, indem sie aus verwesenden Thieren nnd Pflanzen in jene Haufwerke einsickerten, im Stande das Gold aufzulösen. Es seihte dann als Chlorgold aus obern Schichten in tiefere und ward daselbst mit Hülfe galvanischer und chemischer Vorgänge mit dort schon vorhandenen Goldkörnchen zu grösseren und immer grösseren Stücken vereinigt.

---

*) Vierter Jahresbericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde Giessen 1854. Ueber die Ursprungsstätte des Edergoldes.

Ganz auf dieselbe Weise erkläre ich mir die Entstehung und Anreicherung der Platinseifen.

c) Raseneisenstein, Kalktuff, Torf.

Die in den Urwäldern des östlichen Russlands und des Ural so verbreiteten Meere und Sümpfe haben Veranlassung zur Ansammlung von Eisenoxyd und Kalk über Moose, so wie zur Aufspeicherung grosser Kohlenstoffvorräthe aus der Zersetzung niederer und höherer Pflanzen dargeboten. Desshalb sind Raseneisenstein, Kalktuff, Torflager im Gouvernement Perm so häufig. Ich hatte Gelegenheit Raseneisensteinlager von 2 bis 5 Fuss Stärke, sehr ausgedehnte Flächen bedeckend an der Lithwa, Kisel, Koswa und Uswa, sowie jenseits des Ural kennen zu lernen. Ueberall ist das Eisenoxydhydrat über Moos, dessen Substanz jedoch vollständig verwest und entführt ist, angeordnet, es liegen darin Blätter, Früchte und Holz von *Betula alba*, *Pinus picea*, *Vaccinium* und anderer in den uralischen Wäldern heimischer Pflanzen, wodurch zugleich das jugendliche Alter dieser Bildungen bezeugt wird.

Kalktufflager ebenfalls über Moos und Conferven niedergeschlagen, sind wie schon im Vorhergehenden mehrfach angeführt worden ist, keine Seltenheiten. Sie enthalten sehr oft keine thierischen Reste, weil im Nordosten Russlands so wenige gehäustragende Schnecken*) vorkommen. Wo sie im Sumpfe abgelagert wurden, schliessen sie indessen *Limnäen*, *Planorben* u. s. w. ein, wie ich oben schon mittheilte.

Der Torf ist entweder in den Flussthälern in Tiefmooren, oder auf den Hügeln in Hochmooren angewachsen. Ich lernte Tiefmoortorf bei Nischni-Tagilsk, Lithwinsk, Maikor und Nischni-Nowgorod kennen, Hochmoor an sehr vielen Puncten

---

*) Ich fand unter den 58 und 59 Grad n. B. trotz angestrengten Suchens nur *Vitrina*, *Achatina lubrica*, *Helix fulva*, *Helix hispida*, *Succinea amphibia*, dagegen Wasserschnecken sehr häufig und in vielen Arten.

des mit Urwald bedeckten Urals. Bei Nischni-Tagilsk hatte man einen tiefen Entwässerungsgraben durch das sehr ausgedehnte Torflager gezogen. Der Torf ist feinerdig bis filzig, enthält nur in den obern Lagertheilen wenige kenntlich gebliebene Pflanzenreste und sehr wenig Holz. Bei Maikor liegt der Torf ebenfalls weit ausgedehnt im Thale der Jnwa. Er ist 3 bis 10 Fuss stark und wird durch einen bläulichen Thon 5 bis 8 Fusse dick überlagert, wie man am Ufer der Jnwa bemerken kann. Auch dieser Torf ist erdig oder filzig und besteht zum Theil aus unkenntlichem Moder zum Theil aus gut erhalten gebliebenen Moosen, aus Holz von Birke und Tanne. In ihm wurden viele Reste von *Elephas primigenius, Bos, Cervus tarandus* und *Cervus alces* gefunden, woraus sich ergibt, dass seine Bildung in früheren Zeiten, vor Anwesenheit der Menschen auf Erden, begann und sich bis in die jetzige Epoche fortsetzte.

II. Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte von Lagern und Gebirgsstücken.

Die Natur lässt zwar überall Gelegenheit zur Beobachtung ihrer Entwicklungsprocesse, wenn es aber, wie in der Geologie darauf ankömmt, die Entstehungsgeschichte schon fertig vorliegender Lagermassen, auf dem Wege der Vergleichung mit solchen Vorgängen, welche sich unter unsern Augen fortsetzen, zu entziffern, so werden Gegenden in denen der Mensch noch wenig störend in die Thätigkeit der Natur eingreift, den meisten Stoff darbieten. In Russland, namentlich aber in dem dünn- oder unbewohnten uralischen Waldlande konnte ich manche Beobachtungen machen, welche vereinigt mit andern, früher gesammelten Notizen als Beiträge zur Entwicklungsgeschichte mancher Lager- und Mineralvorkommen dienen können. Ich behalte mir vor alle diese Beobachtungen in besondern Abhandlungen ausführlicher mitzutheilen und bezeichne nur vorläufig den Umfang derselben durch einige Worte.

1) Torfbildung mit Bezug auf die Entstehung von bituminösen Schieferthonen, Braunkohlen und Steinkohlen.

a. Ich fand bestätigt, dass kein Torflager und kein Lager von bituminösem Holze durch Anschwemmung entsteht.

b. Dagegen beobachtete ich die Bildung von bituminösem Thone in offenen Wasserbassins, in Sümpfen und Seeen.

c. Die Bildung von Torf aus Conferven, Moos und Graspflanzen in ruhigen Wasserbassins, welche sich mit einer dicken, selbst Bäume tragenden, schwimmenden Pflanzendecke überzogen hatten, aus dem Detritus dieser vermodernden Pflanzendecke. Solche Torfmoore enthalten eine feinerdige Kohlensubstanz ohne kenntliche Pflanzenstructur, worin Holz und gut erhaltene Pflanzentheile selten, Muscheln, Schnecken und Fische niemals, dagegen Reste von Käfern und im Moor erstickten Säugethieren dann und wann vorkommen. Diese Kohlenstoffablagerungen trennen sich scharf von ihrer Unterlage, sie haben in ihrem obern Theile eine andere Structur als tiefer unten, sind in der Regel oben von einer Lage dicht gedrängter, abgeplatteter Holzstämme bedeckt und füllen muldenförmige Bassins in ziemlich gleicher Dicke aus, nachdem sie oben durch Thon, Lehm, Sand überschüttet wurden.

Diese Torfbildung in Tiefmooren erklärt zahlreiche Braun- und Steinkohlenvorkommen in allen Theilen Deutschlands, welche in allen ihren Eigenschaften mit ersteren übereinstimmen.

d. Endlich die Bildung von Torflagern im Hochmoore, d. h. von solchen deren Substanz durch Moose *(sphagnen)* und Holz auf dem Trocknen, im Schatten der Wälder von unten nach oben fortwächst. Das Gestein ihrer Unterlage birgt stets eine Menge Wurzeln. Durch die ganze Masse des Torfes sind stehende und liegende, durch Verwesung, nicht durch Druck

abgeplattete Baumstämme, Pflanzenreste aller Art vertheilt; ihre Substanz ist in der Regel sehr arm an Asche.

Sie gleichen in allen Beziehungen vielen von Baumstämmen und Wurzeln durchwebten Braunkohlen- und denjenigen Steinkohlenflötzen, welche in ihrem Liegenden von sogenannten Stigmarien begleitet werden.

2) Entstehung von Braun- und Magneteisenstein, Malachit und Kupferoxyd durch im Gestein vorgehende Zersetzungsprozesse.

In der Steinkohlenformation am Ural, in den Kalk- und Schiefergesteinen um Nischni-Tagilsk konnte ich manche Beobachtung sammeln, über den Wechsel, welchem die Substanz der Mineralien im Laufe der Zeit in Beziehung auf die Art ihrer Mischungsverhältnisse unterworfen ist. Ich sahe: dass

1) Brauneisensteinlager aus dem im Gestein fein eingesprengt und vertheilt vorkommenden Schwefeleisen entstehen können; dass
2) die Malachite und andern oxydirten und gesäuerten Kupfererze von Nischni-Tagilsk durch Zersetzung von kupferkieshaltigem Schwefelkiese, welcher petrefactenführenden Kalksteine lagerhaft begleitet entstehen und dass
3) das, diese Lager begleitende Magneteisen wahrscheinlich ebenfalls ein Erzeugniss des Stoffwechsels und nicht vulkanischer Ereignisse ist.

Die Thätigkeit des Stoffwechsels in den Erdschichten machte sich ebenwohl bemerklich an Veränderungen, welche in den silurischen Thonen und Sanden von Petersburg, in den Bergkalkschichten von Moskau und Wladimir, sowie in den Goldseifen und andern verwandten Lagern beobachtet und im Vorhergehenden schon berührt wurden.

Ueber Holzanschwemmungen und Torfmoore

an der Wolga, Kama und im Ural;

ein Beitrag

zur Entwickelungsgeschichte der Kohlenflötze.

1) *Anschwemmungen von Holz in den Stromthälern der Wolga und Kama.*
2) *Die Torfmoore an der Wolga, Kama und im Ural;*
   a. Offene Sumpflachen
   b. Tiefmoore
   c. Hochmoore.
3) *Entstehungsgeschichte von Braun- und Steinkohlen-Lagern in allen Formationen.*

Die Kräfte, welche bei der Bildung einer Gebirgsschicht mitwirken, prägen derselben ihren unverwischbaren Stempel auf, so dass aus den Eigenthümlichkeiten eines Lagers auf die Vorgänge bei seiner Entstehung zurückgeschlossen werden kann.

Nur von Wenigen wird zwar noch bestritten, dass Kohlenstoffansammlungen in jeder Periode der Erdentwicklung aus Torf entstanden sein müssen; es sind aber zur Befestigung dieser Ansicht noch manche Einwürfe zu wiederlegen, was bekanntlich am erfolgreichsten durch beobachtete Thatsachen geschieht. Der Holzreichthum mancher Braunkohlenlager ist noch immer eine Stütze derjenigen, welche deren Bildung durch Anschwemmung zu erklären suchen. Der häufige Mangel vegetabilischer Substanzen im Liegenden vieler Kohlenlager der Tertiär- und Carbonformation wird ebenso oft als Einwurf gegen die Ansicht aufgestellt, welche die Kohlenstoffanhäufungen durch Anwachsen an Ort und Stelle stattfinden lässt; während damit die Meinung aufrecht erhalten wird, solche Flötze seien aus dem, durch Fluthen angeschwemmten Pflanzenmoder entstanden.

In dem Urwaldgebiete und an den mächtigen Strömen des nordöstlichen Russland's, fand ich während meines vorjährigen Aufenthaltes erwünschte Gelegenheit mancherlei Studien am Flussufer, in sumpfigen Ebenen und schattigen Waldbergen zu machen, deren Ergebniss ich, vereinigt mit Untersuchungen, welche ich früher an Kohlenflötzen verschiedener Formationen anstellte, als einen Beitrag zur Entwicklungsgeschichte dieser Lager mittheile.

1) Anschwemmung von Holz in den Stromthälern der Wolga und Kama.

Die russischen Ströme durchschneiden grosse dicht bewaldete Länderstrecken. Vor Jahrhunderten, ja in manchen Gegenden vor Jahrzehnten noch, waren die Wälder weit weniger durchlichtet, als es jetzt, nachdem in Folge besserer geologischer Untersuchung viele Erzlager berg- und hüttenmännisch ausgebeutet werden, der Fall ist. Zur regelmässigen Schifffahrt wurden manche der russischen Ströme und Flüsse erst seit wenigen Jahrzehnten herangezogen. Die Menschenhand hat demnach hier durch Reinigung der Flussbette und Regulirung der Ufer kaum die Wirkung ungelenkter Naturkräfte verwischen können, desshalb finden sich hier noch Puncte, wo sich letztere in ihrer ganzen Grossartigkeit anschauen lassen.

Die Ufer der russischen Ströme sind in eigenthümlicher Weise auf der einen Seite höher als auf der andern, so dass sie z. B. an der Wolga rechts, steil gegen den Fluss abfallende Hügel von 2 bis 300 Fuss Höhe, links weit ausgedehnte sumpfige Ebenen bilden. An der Oka, Kama und andern grösseren Strömen findet Aehnliches statt.

Das Gestein, woraus die hohen Flussufer der Wolga bestehen, ist ein mürber, loskörniger Sandstein, welcher schon beim Anfassen zu Sand verfällt, oder weicher Mergel oder lehmartige Substanz, worin das Regenwasser tiefe Schrunden eingefressen hat, welche sich oft viele Tausend Schritte fortziehen und in zahlreiche Nebenäste (Seitenthälchen) verzweigen. Die Wände dieser Wasserrisse sind meist sehr steil, so dass sie der Baumvegetation kaum einen Halt darbieten; sie sind in der Regel selbst für Graswuchs zu steil und stehen desshalb nackt und blos; während auf den, sie nach oben begrenzenden horizontalen Flächen oder da, wo nach allmähliger Erweiterung ihre Gehänge sich mit Schutt bedeckten, aus Birken, Weiden und Tannen gemischte Waldungen aufsprossen.

Sobald die von einem Hauptwasserrisse ablaufenden

Nebenthälchen, sich weiter verzweigen, spaltet sich der weiche Boden durch Frost und Erosion in grössere und kleinere Bruchstücke, welche sich loslösen und in die Fluthen der Ströme herabstürzen. Weil die Schichten abwechselnd mehr thonige und mehr sandige sind, so entspringen in allen Wasserrissen auf den wasserdichteren Thonmergellagern Quellen. Man erkennt diese Wasserschichten vom Flusse aus schon von weitem an ihrer frischen Farbe, an ihrer Eigenschaft die Sonnenstrahlen zu reflektiren und selbst an den aus ihnen entspringenden Wasserstrahlen. In der Nähe der Städte und Dörfer, die fast ohne Ausnahme auf die Hochufer erbaut sind, dienen sie ausschliesslich als Brunnen. Neigen sich die Schichten auch nur um ein Geringes dem Fluss zu, so entstehen, sobald die durch Wasserrisse lossgelösste Erdmasse sich mit Wasser gesättigt hat, also vorzugsweise im Frühjahr nach dem Thauen des mächtigen Schnees und bei den ausserordentlichen Hochfluthen der Ströme, zahlreiche Erdschlipfe, indem die Schwere jene Erdmassen auf der schlüpfrig gewordenen Quellschicht abwärts drängt. Es gelangen dadurch unzählige Baumstämme und Holzmassen in den Strom.

Da alle Nebenflüsse und Bäche der Hauptströme des Landes ähnliche Ufer besitzen, so kommen an ihrem Laufe ebenfalls Erdschlipfe in grosser Anzahl vor; ich sahe viele hundert solcher abgerutschter Stellen an der Silwa, Jaiwa, Lithwa, Jnwa, Tschorma, Obwa und andern das Gebiete des permischen Rothliegenden durchschneidenden Flüssen. Diese Seitenflüsse führen also dem Hauptstrome alljährlich viele losgerissene Bäume zu und an ihren Ausmündungsstellen bemerkt man desshalb auch vorzugsweise Ansammlungen von Treibholz.

Auf dem flachen Stromufer und auf der dasselbe begrenzenden Ebene breiten sich weite Sümpfe aus, die zum Theil offen, mit stagnirendem Wasser erfüllt, nichts anderes als an beiden Enden verstopfte frühere Flussbette sind. Ein Theil dieser alten Stromarme ist längst durch Pflanzenreste ausgefüllt, worüber weiter unten Mittheilung gemacht werden soll, diese sowie die Ufer der noch offenen Stellen sind von

Weidengestrüpp, Erlen, Tannen u. s. w. dicht bewachsen. Die Wälder, dieser Sumpfebenen sind fast undurchdringlich; die Tannen namentlich stehen sehr dicht gedrängt und nach offenen Seiten, nach den Flüssen und Strömen hin, wo sich etwa Wiesenplätze öffnen, haben sich hochstämmige Weidenwälder des Bodens bemächtigt, zwischen denen Wurzelausschläge dieser Holzart dicht gedrängt wie die Halme eines Getreidefeldes stehen. In der Regel reicht auch hier der Hochwald bis an das Stromufer, so dass selbst bei den Hochfluthen, welche die flache Uferseite auf mehrere Meilen breit in einen See verwandeln, der Lauf des Hauptstromes durch die über das Wasser hervorragenden Baumgipfel begrenzt und bezeichnet wird. Die dichtstehenden Bäume verwehren allen auf dem Flusse treibenden Gegenständen den Austritt nach der flachen Uferseite, wesshalb sich daselbst auch kein Treibholz anlegen kann.

Aber auch das flache Ufer untergräbt der Strom, er wühlt ganze Strecken um und stürzt die darauf stehenden Bäume in sein Bereich, trägt sie fort, um sie an andern Punkten wieder stranden zu lassen.

Die Seitenzuflüsse der Hauptströme finden oft in senkrechter Richtung statt, zuweilen sind sie sogar in spitzem Winkel gegen den Lauf der Hauptströme gerichtet, so dass sich an ihrer Mündung Stauungen und in deren Folge Schuttablagerungen von grosser Ausdehnung bilden müssen. Auf und in solchen Schutt- und Schlammanspülungen kommen dann auch in der Regel die von den Seitenzuflüssen herbeigeführten Baumstämme zur Ruhe. Das Treibholz an dessen Wurzeln wohl niemals Erde hängen blieb, weil sie, in der Regel sandig und locker, im Wasser abweichte und sich tiefer senkte, ist mit sperrig abstehenden Wurzeln und Aesten besetzt, welche, so lange sie nicht durch Fäulniss biegsam geworden sind, den Stamm von dem Boden entfernt halten. Das Holz bildet also ein lockeres Haufwerk dessen Zwischenräume sich mit Schlamm und Sand erfüllen, bis es endlich ganz bedeckt und begraben wird.

An vielen Uferstellen der Wolga an der Mündung der Kama in diesen Strom, an vielen Puncten, wo Zuflüsse in die Kama Anspülungen zurückgelassen haben, namentlich auch wo die Wiatka sich mit ihr vereinigt, ferner bei Elabuga und Sarapul konnte ich entweder während der Ruhe des Dampfbootes oder während der langsameren Fahrt stromaufwärts viele Treibholzablagerungen genauer ansehen.

Die Unterlage des Treibholzes ist in der Regel Sand, mitunter aber auch blaugrauer Letten, die von ihm gebildeten Lager sind mehrere Fusse stark und enthalten dickere und dünnere Stämme mit abstehenden Wurzeln und Aesten, welche einzeln oder übereinander gehäuft im Sande oder Letten stecken. Die Holzmasse bildet immer nur einen verhältnissmässig geringen Bestandtheil der Lager, die Zwischenräume, welche die steifen, sperrigen Aeste und Wurzeln zwischen sich und den Stämmen liessen, sind mit Sand, Thon, Schlamm erfüllt, niemals aber von jenem schwarzen Moder, den wir in den Torf- und Braunkohlenlagern finden. An sehr vielen Puncten können Holzanschwemmungen bemerkt werden, welche durch neuere Einbrüche des Stromes in seine Ufer blosgelegt worden sind. Die schwarzen halbvermoderten Baumleichen stehen zum Theil aus den Lagern hervor, sie ragen mit ihren Aststümpfen aus dem Wasser heraus und werden hier auf neuer Lagerstelle abermals in Schlamm eingebettet.

Ganz ähnliche Treibholzablagerungen habe ich in Deutschland zu beobachten Gelegenheit gehabt.

In der Nähe von Jockgrim bei Germersheim*) in Rheinbaiern hatte man vor einigen Jahren, verführt durch das Vorkommen von braunkohlenähnlichen Torfschichten im Alluvium einen Versuchsbergbau auf Braunkohlen eröffnet. An einem Puncte fand man drei braunkohlenartige Torflager

---

*) R. Ludwig. Diluviale Braunkohlen im Rheinthale, Ergänzungsblätter zum Notizblatte des Vereins für Erdkunde und des mittelrheinisch geologischen Vereines 1858, Heft 1. S. 37. Darmstadt bei G. Jonghaus.

aus Conferven, Schilf und Moos gebildet unter Thon mit *Succinea oblonga*, *Planorbis marginatus* u. a. jetzt lebenden Schnecken, an einem andern bituminöses Holz als sperrige Masse in Schlamm steckend, auf einem Sandlager mit *Unio pictorum*. Ich habe dieses Treibholzlager, worauf ein Schacht mit Strecken betrieben war, selbst gesehen; es ist in jeder Beziehung den russischen gleich.

In der Nähe von Wolfen bei Bitterfeld*) wird ein mächtiges Braunkohlenlager durch Tagebau ausgebeutet. Sein Dach besteht aus Sand und Geröll mit erratischen Geschieben, unter welchem bituminöses Holz in einer 5 bis 6 Fuss dicken Thonschicht steckt. Darunter liegt die 30 Fuss mächtige erdige Braunkohle. Durch das vollständige Abräumen des Dachgesteines ist Gelegenheit zur Beobachtung der Treibholzablagerung auf ziemlich belangreicher Fläche dargeboten. Die Baumstämme woran sich noch Aeste und Wurzeln befinden, liegen einzeln oder zu mehreren vereinigt am Rande der Mulde, fast nie in deren Mitte im Thone, berühren nirgends die Braunkohle und kommen in letzterer nicht vor. Zwischen ihnen, alle ihre Theile gleichmässig umgebend, liegt Thon, nirgends ein schwarzer kohliger Moder oder sonst eine an Braunkohle erinnernde Substanz.

Wo sich die Ruhr in den Rhein ergiesst, wurden vor mehreren Jahren weite Schächte behufs der Steinkohlengewinnung abgeteuft. Diese Schächte stiessen im Alluvium des Rheinthales auf einzelne mächtige im Gerölle und Sande zerstreut liegende Bäume, auf verschlämmtes Treibholz.

In den Niederungen der Oder, in der Ebene worin deren Seitenzuflüsse ihr Bette eingewühlt haben, werden oft grosse Baumstämme ausgegraben. Ich sahe Schiffer damit beschäftigt in der Weise Baumstämme zu gewinnen, welche sie als Brennmaterial benutzen wollten. Mit unsäglicher Mühe machten diese Leute grosse im Flussbette verschlämmte Eichenstämme frei und stellten sie auf. Diese zu bituminösem Holze

*) R. Ludwig. Die Braunkohlen von Wolfen bei Halle, Notizblatt des Vereins für Erdkunde etc. Nr. 48 und 49 de 1860.

gewordenen Stämme hatten noch Wurzeln und Aeste, sie trugen den Stempel langsamer Verwesung, sie steckten rundum im Schlamme, waren aber nichts weniger als Bestandtheile eines Braunkohlenflötzes. In der Nähe von Bamberg sieht man oft arme Leute nach bituminösem Holze suchen. Sie bohren mit einem spitzen Eisen in die sandig-thonige Alluvion des Maines und der Regnitz bis sie auf Holz stossen, was sie am Wiederstande den ihr Instrument findet und am dumpfen Klange des Stosses bemerken. Alsdann orientiren sie sich durch wiederholtes Einbohren der Sonde über die Lage des Holzstückes und graben es endlich aus. Zuweilen finden sie auf diese Weise mehrere Baumstämme vereinigt, in der Regel aber nur einzelne, noch nie aber kam dabei ein Braunkohlenflötz zum Vorscheine.

Die vereinzelt in Sandstein des Rothliegenden, der Steinkohlenformation und anderer Formatione vorkommenden Baumstämme, welche so oft in Kieselholz umgewandelt worden sind, erinnern ebenfalls an das in den Alluvionen russischer Ströme verschlämmte Treibholz.

Ich glaube, auf diese Thatsachen gestützt, die Behauptung aufstellen zu können, dass bauwürdige Kohlenflötze niemals durch Treibholzanspülungen entstehen können, weil sich stets zwischen die noch festen, mit sperrigen Aesten und Wurzeln versehenen Bäume, Sand, Schlamm und Thon anlegen werden.

2) Die Torfmoore an der Wolga, Kama und im Ural.

An den Mündungen der Seitenzuflüsse in den Hauptstrom, mögen sie nun von der flachen oder von der hohen Uferseite her stattfinden, haben sich in Russland immer weite bewaldete Sümpfe gebildet. Indem die Stromgeschwindigkeit des Nebenflusses durch den Hauptstrom plötzlich vermindert wird, senkt sich der von ersterem zugeführte Schlamm zu Boden, es entstehen Untiefen und Inseln, welche sogar den Hauptstrom zurückdrängen. Zwischen diesen Inseln, welche

sich mit Vegetation und Wald bedecken, bewegten sich Nebenfluss und Hauptstrom in engeren und weiteren Armen. Bei Eisgang und Hochfluthen schieben sich die Ein- und Ausgänge dieser Stromarme je zuweilen mit Treibholz, Schutt und Sand zu; sie bilden vom Hauptstrome abgedämmte Wasserbassins, während sich der letztere neue Wege auswühlt. Bei Nischni-Nowgorod ergiesst sich die Oka in die Wolga. Die Oka, ein aus dem Bergkalkgebiete des Gouvernements Tula herkommender, die Mergel und Sandsteine der russischen Trias durchscheidender, wasserreicher Strom, fliesst von der rechten Seite her in die Wolga, sie hat in deren hohes Ufer eine 5 bis 6 Meilen breite Lücke gebrochen und daselbst eine ausgedehnte Ebene gebildet, welche sandige Hügel, erratische Geschiebe, Wald und Sumpf bedecken. Die jährlichen Ueberschwemmungen, bei denen die Flüsse an 30 Fusse über ihren gewöhnlichen Stand steigen, verwandeln diese Ebene zum See, aus welchem nur vom Winde zusammengetriebene Sanddünen und die Baumgipfel hervorragen. Durch diese Ebene führt die Poststrasse von Moskau nach Nischni-Nowgorod, sie liegt zum Theil auf Holzbrücken und Dämmen über die sumpfigen Stellen, zum Theil auf den sandigen Anspülungen. Die Sümpfe sind entweder offene, durch Wasser gefüllte Bassins, der Standort von Weiden, Erlen, Schilf und Röhrig, von Schafthalmen, Nymphaen und Hydrocharen, mit schwimmenden Conferven, Wasserlinsen u. s. w. oder es sind von Sphagnen, Moos und Flechten ausgefüllte und überwucherte Tundren, oder nach oben ganz geschlossene auf schwimmender Moosdecke kleinere und grössere Waldbäume tragende Moore.

Ich unterscheide desshalb bei diesen Sümpfen offene Sumpflachen, Hochmoore und Tiefmoore. In jedem dieser Sümpfe gehen andere Prozesse vor. In der einen Art, in den offenen Lachen entstehen nur bituminöse oder kohlenstoffhaltige Letten und Mergel, in der andern Art, den Hochmooren, Moostorf mit eingestreuten, abgeplatteten Baumstämmen, in der dritten den Tiefmooren erdiger Torf ohne kenntliche Pflanzenstruktur.

Die Torfmoore (Hoch- und Tiefmoore), liegen immer in einiger Entfernung von den Hauptflüssen, an Stellen, wohin bei den Ueberschwemmungen keine beträchtlichen Fluthen reichen, sie entwickeln sich nur da, wo ein feuchter Boden oder Anwesenheit von Wasser überhaupt, die Moosvegetation begünstigen, nicht aber wo über sie hingeführter Schlamm und Sand dieselben ersticken. Wenn aus einer offenen Sumpflache, einem abgedämmten Flussarme, ein Tiefmoor werden soll, so muss sich der Hauptstrom schon in einiger Entfernung sein neues Bett ausgehölt und im Allgemeinen seinen Thalweg schon um so viel vertieft haben, dass jene früher von ihm durchflossenen Punkte jetzt nur noch bei den höchsten Ueberfluthungen um einige Fusse oder Zolle mit Wasser bedeckt werden können.

Desshalb liegen die offenen Sumpflachen auch nahe am Flusse, die Tiefmoore immer 5, 6, 7 und mehr Werst davon entfernt, die Hochmoore endlich zwischen letztern oder auch sonst hin an Punkten, welche von den Hochfluthen nie erreicht werden, auf den Plateaus der Hügel. Auch an der Okamündung fand ich die Tiefmoore zwischen den Poststationen Starkowa und Orlowsk, 26 Werst = $3^3/_4$ Meilen von der Oka entfernt.

Lange vor ihrer Einmündung in die Kama nähert sich die Jaiwa schon dem Hauptflusse und fliesst ihr fast parallel. Das Rinnsal der Jaiwa ist auf der Ostseite einer etwa 6 Meilen breiten Ebene eingetieft, auf deren Westseite die Kama strömt. Während die Kama mit hohem Ufer auf der rechten Seite von Nord gegen Süd fliesst, nimmt die Jaiwa ebenfalls mit hohem Ufer zur Rechten ihren Lauf in entgegengesetzter Richtung von Süd-Süd-Ost nach Nord-Nord-West; so dass ihr Strom dem der Kama gerade entgegenstrebt.

Die beiliegende Tafel 1 gibt ein Bild von diesem höchst eigenthümlichen Verhältnisse; ich benutzte dazu eine geometrische Aufnahme der Wsewolojski'schen Feldmesser. Die Jaiwa hat an ihrem Mündungspunkte, wo ihre Stromgeschwindigkeit von dem mächtigern Kamastrome bedeutend

gemässigt wurde, sandige Ablagerungen aufgehäuft, um welche herum sich ihr Lauf dergestalt krümmt, dass er sich von Norden nach Süden wendet und mit dem des Hauptflusses gleiche Richtung erlangt. Die Kama zersplittert sich aber an dieser Stelle ebenfalls in mehrere eine grössere Insel umfassende Arme. Die Inseln sind dicht mit niedrigem Weidengebüsch bedeckt, dessen Wurzeln dem Boden die nöthige Festigkeit geben, um der Wirkung der Hochfluthen wiederstehen zu können. Auf der flachen Uferseite der Kama liegen dem Flusse parallel noch viele grössere und kleinere Lachen, welche ehemals Flussbette, jetzt durch Sandanhäufungen abgetrennt, aber durch den lockern wasserdurchlassenden Damm hierdurch, mit Sickerwasser gefüllte, offene Sumpflachen bilden.

Weiterhin, im Walde durch welchen der Fahrweg von der Kama nach Romanowa an der Jaiwa führt, breitet sich eine weite Tundra aus, die zum Theil bewaldet, zum Theil baumlos von einem Bache bewässert wird, welcher seine Quellen nahe am linken Jaiwaufer Romanowa gegenüber hat. Der vorhererwähnte Fahrweg führt über einige offene Sumpflachen, eine lange Strecke (circa 6 Werst) durch die Tundra, innerhalb der er den Bach Posdi durchschneidet, alsdann jenseits des Wsewolojski'schen Waldwärterhauses über sanft ansteigendes Terrain mit kleinen Hochmooren, schliesslich sich wieder senkend nach dem Jaiwa-Thal.

Im Thale der Lithwa, wo sich die Lunja in diesen Bach ergiesst, namentlich aber aufwärts an der letzteren bis gegen die Kalksteinfelsen Jwan und Dirawadekamen, an dem obern Laufe der Lunja, soweit er über Sandstein und Quarzit der Steinkohlenformation stattfindet, ferner an der Thanwa und Kostasch auf der von Wsewolojski'schen Tatsche (Landbesitzung) Lithwinsk mit der Hütte Alexandrowsk; ferner auf den Höhen zwischen dem obern Laufe des Koswaflusses und dem der Uswa, nicht minder im Thale der Jnwa, nächst Nikitinskoi Sabod und Maikor auf Wsewolojski'schen und Lazarew'schen Landbesitze, sahe ich viele Tief- und Hochmoorbildungen. Der von Newiansk nach Nischni-Tagilsk

ziehende Weg durchschneidet auf dem östlichen Uralgehänge solche. Nächst Nischni-Tagilsk im Thale nach Tschornastotinsk hin, ferner am untern Laufe des Tachilflusses finden sich viele und ausgedehnte Moore der Art. Ich werde nun zu der Besprechung der in diesen Sümpfen vorgehenden Bildungsprozesse übergehen.

a. Offene Sumpflachen.

An den Ufern der offenen Sumpflachen, welche sich längs der grösseren Ströme und Flüsse hinziehen Taf. 1 a. a. a. stehen Gräser, Seggen oder Riedgräser, Schafthalme, *Equisetum,* verschiedene krautartige Pflanzen als *Epilobium, Lichnis, Aconitum, Polemonium* u. s. w.; ferner Weiden, Birken, Aspen, Erlen, seltener Tannen, als: *Pinus sylvestris, Pinus cembra,* niemals aber *Pinus larix* und höchst selten *Pinus abies* und *Pinus alba.* Im Wasser der Lachen selbst finden wir Schilfrohr, Seggen, Binsen, Froschbiss *(Hydrocharis morsus ranae)* Nymphäen *(Nymphaea alba)* Tannenwedel, *(Hippuris vulgaris)* Wasserlinsen; *(Lamna)* verschiedene Conferven, dagegen Sphagnen und einige andere Wassermoose mehr vereinzelt. Manche Lachen sind nur bis auf eine geringe Breite, den Ufern nahe von solchen Wassenpflanzen bedeckt, während die tiefern Stellen offenes Wasser enthalten, andere flachere dagegen sind in ihrer ganzen Ausdehnung zugewachsen. In manchen hat sich der Boden schon so erhöht, dass die Nymphäen, Hydrocharen u. s. w, welche nur im tiefen Wasser gedeihen, ganz ausgegangen sind, während die Schilfe, Seggen, Gräser, Moose in Verbindung mit anderen sonst am Ufer wachsenden Pflanzen, grössere und kleinere Gruppen darin bilden, über welche man sogar hinweg gehen kann.

Diese verschiedenen Zustände bezeichnen die verschiedenen Grade des Ausgefülltseins der Lachen, denen bei den jährlichen Ueberfluthungen immer Sand und Schlamm, durch Wind selbst feiner Staub und durch Regen schlammiges Wasser aus der Umgebung zugeführt wird. Die in den

Lachen wachsenden Pflanzen scheiden aus dem Wasser, welches sie umgibt Kalk-, Magnesia-, Eisencarbonat ab; sie sammeln Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff aus der Atmosphäre in ihrem Körper und lassen diese verdichteten Luftarten als feste Masse, als Moder und torfartige Substanz, vermischt mit jenen niedergeschlagenen oder zugeschlämmten erdigen Substanzen zurück. Dadurch füllen sich die Lachen allmählig mit einem dunkelfarbigen, von Pflanzenwurzeln und Stängeln durchzogenen eisenschüssigen, kalkigen, thonigen oder sandigen Schlamme aus, in dessen verschiedenen Lagern je nach Verschiedenheit der jedesmaligen Wassertiefe andere Pflanzenreste stecken. Die Wasserpflanzen lassen ihre Rhizome im Schlamme zurück und während durch Ausfüllung der Lachen ihre weitere Fortentwicklung gestört und ihre Existenz vernichtet wird, verwesen jene in tiefern Schichten eingeschlossenen Pflanzentheile und lassen dem noch weichen vom Wasser durchtränkten Schlamme ihrer Umgebung Zeit und Gelegenheit in ihr Inneres einzudringen und die ausgefaulte organische Substanz zu ersetzen. Es entstehen auf diese Weise, weil die Pflanzenrinden, der Verwesung länger wiederstehen als ihr markiges Innere, von erdiger Masse ausgefüllte Pflanzentheile, welche ganz das Aussehen derjenigen Versteinerungen besitzen, die sich so häufig in den tertiären Sanden, Sandsteinen und Thonen, oder in den Gesteinen der übrigen Formationen, namentlich aber auch in der Lettenkohle, dem Keuper, manchem Buntsandstein, dem Rothliegenden und der produktiven Steinkohlenformation finden.

Der Schlamm in jenen offenen Sumpflachen, ist sehr oft regelmässig geschichtet; er besteht aus abwechselnden Lagen von feinerem und gröberem Korne, aus heller und dunkler gefärbten Streifen, welche hier und da von senkrechtstehenden Wurzel- und Stammresten durchragt sind. Hier und da liegen vermoderte Blätter von krautartigen Pflanzen und Bäumen darin, aus denen bei vollkommener Erhärtung wahrscheinlich Blattabdrücke werden, wie sie in der Braun- und Steinkohlenformation und in vielen andern Gesteinen vorkommen.

So lange die Hochfluthen der Ströme solche offene Sumpflachen überschwemmen können, wird sich darin nur mit Pflanzenmoder vermischter erdiger Schlamm absetzen der um so eisen- und kalkhaltiger sein wird, je mehr das ihm zugeführte Wasser Eisen- und Kalksalze enthält. Da dieses Wasser während des Sommers die Geröll- und Sandanhäufungen zwischen dem Strome und den Sumpflachen durchsickert, daraus allerlei Bestandtheile entnimmt, so gelangt es mit erdigen Salzen beladen in dem Sumpfe an. In dem Maase als sich die zugesickerte Wassermenge durch Verdunstung mindert, wird stets neue Flüssigkeit zudringen, so dass es den in den Sumpflachen wachsenden Pflanzen nicht an Gelegenheit fehlt eisen- und kalkhaltige Niederschläge zu bilden.

Vergleichen wir mit diesen Bildungen neuester Zeit die früherer Perioden, so finden wir im Tertiärgesteine sehr oft grössere Sandablagerungen, welche an einzelnen Stellen thonige oder kalkige, feinerdigere Gesteine einschliessen, worin Wurzeln und Stängel, Blätter und Früchte verschiedener Wasser- und Landpflanzen ganz in derselben Weise angeordnet erscheinen als in dem Schlamme jener Lachen. Ich erwähne von den unzähligen Vorkommen nur der pflanzenführenden Sandsteine und Mergel der Tertiärformation bei Rockenberg und Münzenberg*) in der Wetterau und der obern Litorinellenmergel von Laubenheim am Rheine. Von ältern Ablagerungen sind die Keupersandsteine von Schweinfurt in Baiern und Gross-Allmerode in Hessen die kupferführenden Sandsteinpartien des Rothliegenden der Umgebung von Kungur und Perm in Russland, von Hohenelbe und Hermannseifen in Böhmen, die derselben Formation zugehörigen Sandsteinschichten von der Naumburg und von Altenstadt in Hessen, viele Pflanzen umschliessende Sandsteinlager der saarbrücker, der westphälischen, böhmischen und schlesischen Steinkohlenformation zu nennen; dahin ge-

*) Jahresbericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- nnd Heilkunde, Giessen 1854. Ueber das Vorkommen organischer Reste in den Tertiärablagerungen der Wetterau.

hören die Stigmariensandsteine der uralischen Carbonformation und viele andere ähnliche Bildungen in welchen sich neben den Landpflanzen keine Reste von Bewohnern der Meere finden lassen.

Alle diese Ablagerungen sind in Sumpflachen in der Nähe grosser Flüsse und Ströme entstanden, sie umschliessen je nach dem Zeitalter ihrer Entwicklung andere Pflanzenformen, welche aber stets in derselben Weise im Gesteine angeordnet sind. In den kupferführenden Sandsteinen des Rothliegenden, deren ich in der allgemeinen Uebersicht der auf meiner Reise durch Russland gesammelten geologischen Beobachtungen schon erwähnte, enthielt das zusickernde Wasser Kupferoxydulsalze gelösst, welche durch die verwesenden Pflanzen in Schwefelkupfer umgewandelt und niedergeschlagen werden konnten.

Wenn eine offene Sumpflache von einem kleinern Bache durchschnitten wird, so ändern sich die Vorgänge einigermassen ab; es werden die Gehäuse von Süsswasser- und Landschnecken, die Skelette von Fröschen, Fischen und Landthieren, Blätter, Holz und Früchte von Landpflanzen mit in die Niederschläge eingebettet.

b. Tiefmoore.

Tiefmoore nenne ich solche Moräste, welche in grösserer Entfernung vom Ufer den heftigern Wirkungen grosser Flüsse weniger ausgesetzt, sich nicht mit Schlamm und Sand, sondern mit Moder füllen, der aus Pflanzen entsteht, die an der Wasseroberfläche wachsen, der sohin wie ein ächtes Sediment sich auf dem Boden ablagert. Sie können veranlasst sein durch ausser Verbindung mit dem Hauptstrome gesetzte Flussarme, wie auf der Mündungsebene der Oka und der Jaiwa, oder durch Erdfälle oder allmählig verflachte Landseen und andere, stagnirende Wasseransammlungen bedingende Ursachen.

Sind diese Moore von beträchtlicher Tiefe und geringem Umfange so dass darin nur verhältnissmässig wenige wur-

zelnde Wasserpflanzen wachsen können, sich dagegen ihre ganze Oberfläche mit Conferven und Wasserlinsen überzieht, so entstehen darin kohlenstoffhaltige Schlammlager. Der Bodensatz, welchen ich aus einem solchen Sumpfe an der östlichen Lunja ohnfern Lithwinsk, dem Ufer nahe entnehmen konnte, war ein kalkiger schwarz gefärbter Filz aus Confervenfaden, ganz demjenigen ähnlich, welchen man aus den von Conferven und Wasserlinsen bedeckten in Folge der Torfgewinnung entstandenen Teichen in den waldigen Theilen des Rhein- oder Mainthales, herausbachern kann. Der Bodensatz ist sehr zähe; er bildet am Grunde der Wasserbassins eine fest zusammenhängende, schleimige Masse, von welcher sich nur mit einem scharfen Instrumente Stücke abtrennen lassen, während mit einem Haken nur unter grossem Kraftaufwande ganz geringe Bruchstücke abgerissen werden können, weil dem aufwärtsgezogenen Instrumente sich umfangreiche Partien anhängen und, flottwerdend, ihm folgen.

Der herausgenommene filzige Moder ist so locker und dergestalt von Wasser durchtränkt, dass sein Volum beim Ausdrücken mit der Hand sich um das vier- bis sechsfache vermindert. In solche Wasserbassins fallende Blätter und andere Pflanzentheile legen sich sammt den untersinkenden Conferven zu Boden und vermehren den kohlenstoffhaltigen Niederschlag. Die Pflanzen selbst aber scheiden aus dem Wasser der Bassins erdige Stoffe ab, welche sammt der Pflanzenasche den Kohlenstoffgehalt verhältnissmässig erniedrigen; so dass die Niederschläge mehr oder weniger bituminös oder gekohlt erscheinen.

Sind solche Moore bis zu einer gewissen Tiefe mit Moder und Schlamm ausgefüllt, so dass wurzelnde Wasserpflanzen in ihnen aufkommen können, so nimmt die fernere Ansammlung von Kohlenstoff darin eine andere Richtung; alsdann wächst das Kohlenstofflager von unten nach oben, wie in den Hochmooren deren weiter unten gedacht werden wird. Manche Tiefmoore sind flachere Wasserbassins, an deren Ufern Nymphäen, Schilfe, Schafthalme, Sphagnen in Menge aufwachsen. Die Sphagnen, vermischt mit Wasserfäden, bil-

den vom Ufer aus, indem sie sich verästeln, ineinander gewirrte, an der Oberfläche schwimmende Filze, die stärker und stärker anwachsend, mit der Zeit das ganze Bassin überziehen und sich über dem Wasser mehr oder weniger vollständig schliessen.

Auf der aus Sphagnen gebildeten Decke sprossen nun auch andere Moose, Lebermoose, Flechten, Gräser, es entsteht dadurch eine immer dicker werdende schwimmende Pflanzenschicht, in welcher sich im Laufe der Jahre grosse Quantitäten zu Pflanzenzellen verdichtete atmosphärische Gase, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff ansammeln. An der Unterfläche des Filzes sterben die Pflänzchen ab, sie modern, trennen sich aus dem Verbande und fallen in dem ruhigen Wasser des Bassins zu Boden. Mit der Zeit häuft sich der dadurch entstandene Kohlenstoffschlamm dergestalt an, dass er die Zwischenräume zwischen Boden und schwimmender Decke ausgefüllt. Die nun unter der Decke bestehende Modermasse ist von Wasser durchtränkt, sie ist ein dünner Brei, von geringer Consistenz. Inzwischen gewinnt der schwimmende Pflanzenfilz an ihr doch einen stärkern Halt als er anfänglich an dem reinern Wasser hatte; die Decke wächst denn auch, indem sich nunmehr weniger abfaulende Pflanzentheile von ihm trennen, vielmehr durch den Wiederstand des Moderbreies von unten am tiefern Hinabsinken verhindert werden, zu grösserer Dicke an, so dass sie einen Standort für Weiden- und Erlengebüsch darbietet.

Auch diese höher in die Luft hinaufragenden Pflanzen verdichten Gase und liefern ihrem Standorte jährlich einen Zuwachs an Kohlenstoff u. s. w.

Die überwachsenen Tiefmoore fand ich immer von dichten Waldungen, meistens von Birken- und Tannenwäldern umgeben. Es fallen desshalb auch Saamen dieser Bäume auf den schwimmenden Filz; sie keimen, aber so lange der Standort zu nass ist, verkümmern die Pflänzchen. Sobald er jedoch eine hinlängliche Dicke, von 4 bis 5 Fuss erreicht hat, so dass ihre sich im Moosfilze verbreitenden Wurzeln ausserhalb des Wassers bleiben, erreichen sie grössere Höhe. Die

horizontal fortlaufenden Wurzeln der dicht nebeneinander aufwachsenden Tannen verschlingen sich allmählig zu einem holzigen Netzwerke, welches stark genug wird die immer schwerer und schwerer werdenden Bäume zu tragen. Aber das im Laufe der Jahre aus der Atmosphäre genommene Gewicht dieser Bäume wirkt pressend auf den schlammigen Moder unter der schwimmenden Decke, das Wasser wird dadurch nach oben getrieben von den Bäumen absorbirt und verdunstet. Der breiige Moder wird auf diese Weise endlich verdichtet und fest. Inzwischen gingen Jahrhunderte vorüber; der anfangs niedrige Wald über der schwimmenden Decke wuchs zum Hochwalde den der Sturmwind zerbricht. Gelegentlich werden alternde oder sonst kränkelnden Stämme umgelegt, sie kommen auf dem dichten Wurzelnetze zur Ruhe und verwesen langsam. Dabei bleibt aber die Rinde zusammenhängend, während das innere Holz zerfällt und sich zusammenzieht; der Stamm plattet sich ab, sein Querschnitt wird oval und die nach oben fortwachsenden Moose hüllen ihn vollständig ein. Manche Stämme werden aber auch sammt ihren Wurzeln umgebrochen, wodurch Oeffnungen in die schwimmende Moosdecke gerissen werden. Solche, die Festigkeit und den Zusammenhalt des Standortes für die Wälder schwächende Brüche veranlassen das Einsinken grösserer oder kleinerer Flächen, wodurch stellenweise mehr oder weniger Bäume in den breiigen Moder hinabgerathen. Ueber dem versunkenen Holze entsteht ein offenes Wasser, welcher der Ansiedelung von Conferven, selbst von wurzelnden Wasserpflanzen so lange Gelegenheit darbietet, bis sich die Sphagnen wiederum darüber schliessen und das frühere Verhältniss herstellen.

Nachdem ein solches Tiefmoor gänzlich mit allmählig fest gewordenem Moder erfüllt ist, beginnt auf seiner Moosdecke die Hochmoorbildung, es sammeln sich nun in den neuerdings aus Sphagnen, Moosen, Flechten, Farn, Gras, Gesträuch verschiedener Art in die Höhe wachsenden Torfschichten die durch Verwesung abgeplatteten Baumstämme in grosser Menge an. Desshalb sind die obern Schichten solcher

Torflager reich an Holz, während die tiefern oft kaum Spuren davon aufzuweisen hatten.

Unter der schwimmenden Moosdecke lebt kein Wasserthier, der breiige Moder ist jedem organischen Leben ein Gift. Dahin können ausser Früchten und Holz weder Blätter noch andere Pflanzentheile kommen, selbst die Wurzeln der Bäume halten sich davon fern, denn sobald ihre Sauggefässe die darin aufgelössten Säuren aufnehmen, sterben sie, es vergilben die Blätter und fallen herab. Dies ist der Grund, wesshalb die, auf noch zu dünnen Mossdecken aufgewachsenen Tannen jung schon gelb und abständig werden. Wenn aber ein schweres Thier, ein Rennthier, Hirsch, Reh, Schwein, Pferd oder dergleichen, oder ein Mensch den noch unbewaldeten Moor betritt, versinkt es in dem breiigen Moder und lässt darin seine Leiche zurück. Hat jedoch der Hochwald darüber sein Wurzelgeflecht ausgespannt, so kann man mit Vorsicht den schwankenden Boden betreten selbst zu Pferde darüber setzen.

Die ersten Tiefmoore passirte ich auf dem Wege von Wisniaki nach Nischni-Nowgorod, andere auf der Tundra zwischen Kama und Romanowa (Taf. 1 bei b. b.) noch andere zwischen der Koswa und Uswa, auf meinem Ausfluge von den Steinkohlenschürfen nächst Gubacha an der Koswa nach Nischni-Parogi an der Uswa und jenseits des Ural zwischen Jekatharinburg und Nischni-Tagilsk.

Ich gebe auf Tafel 2 den Durchschnitt eines solchen Moores, welcher sich bei der Weganlage von Wisniaki nach Nischni-Nowgorod darstellte. In tiefen Lachen, welche sich auf den sandigen mit erratischen Geschieben durchmengten Anschwemmungen im Okathale oberhalb der Poststation Orlowsk mit Wasser gefüllt haben, entstand ein ausgedehntes Tiefmoor. Der sandige Grund desselben ist nicht eben, sondern er steigt bald in flachern bald in steilern wellenförmigen Erhöhungen aufwärts, selbst bis über das Wasserniveau empor. Zunächst an den Ufern und an flachern Stellen haben in frühesten Zeiten Wasserpflanzen ihren Standort gefunden, denen ähnlich, welche jetzt noch an offenen Stellen wachsen.

Es sind Schilfe, Seggen, Nymphäen, Hydrocharen, Sphagnen, Conferven. Die Sphagnen überzogen später mit ihren verfilzten Aestchen grössere Flächen und man sieht diese schwimmenden Decken jetzt noch in verschiedener Dicke auf dem Moore verbreitet. Die unter diesem Filze anstehende Masse ist im mehr oder weniger breiigen Zustande, ein feiner aus modernden Pflanzentheilen bestehender Schlamm, worin sich keine Pflanzenstruktur mehr wahrnehmen lässt. Die Chaussee ist theils auf Brücken, theils auf angeschütteten Dämmen durch den Moor gelegt, auf beiden Seiten sind Gräben durch die schwimmende Decke gezogen, in welchen Wasser auf dem dunkelgefärbten Schlamme steht. Man sieht hier vielfach, dass die aus verfilztem Moose und Baumwurzeln bestehende Decke 5 bis 6 Fusse hoch über das Wasser hervorsteht; wie tief sie unter dasselbe hinabreicht, war nicht genau zu ermitteln; die Wasserbedeckung fand ich jedoch an einem von mir untersuchten Puncte nur etwa $1^1/_2$ Fuss tief und darunter mit einer 10 Fuss langen Stange nicht zu ergründenden weichen Moderschlamm. Wo die Moosdecke dicker ist, namentlich an den, dem alten Ufer nahen Puncten trägt sie starken Hochwald aus *Pinus sylvestris*, denen sich gegen offene Stellen hin *Betula alba*, *Alnus glutinosa* und *Salix fiminalis* zumischen. Zwischen den stehenden sind viele umliegende Bäume horizontal hingestreckt, die allmählig vermodern. Ich sahe tiefer im Innern Russlands auf der Tundra von Romanowa an der Jaiwa, sonst bei Lithwinsk und an der Kama und Uswa unzählige Bäume im Urwalde umliegen, ich habe viele hunderte überschritten oder zu Pferde überritten. In jenen kaum bewohnten holzreichen Gegenden bleiben diese vom Eis, Schnee und Sturm umgeworfenen Stämme liegen und verwesen. Man sieht noch völlig runde mit Aesten und Wurzeln, dann weniger oder mehr abgeplattete mit zu Boden gedrückten abgeplatteten Wurzeln und Aesten, deren Rinde noch Zusammenhalt besitzt, obgleich sie bei der Einsinkung des Innern sich vielfach runzelte, barst und zerbrach. Das Holz solcher abgeplatteter Stämme ist zu einem rothbraunen Moder zersetzt, worin die Jahresringe

noch deutlich sichtbar sind. Sehr oft ragen solche Baumstämme, deren beim Liegen senkrecht stehender Durchmesser sich verkürzte, während der horizontale seine anfängliche Dimension beibehielt, kaum aus dem um sie her aufspriessenden Moose hervor, Flechten und Moose überwuchern sie und begraben sie endlich in Moder.

Die Wurzeln der Bäume dieser Hochwaldungen sind in einander geschlungen, doch gewahrt man über den Moor gehend zwischen den horizontal fortliegenden dickern Wurzeln und unter den dickeren Stämmen, welche wie alle Tannen keine sogenannte Pfahlwurzel haben, Wasserpfützen. Die Wurzeln sind in der Regel da, wo sie sich mit dem Stamme vereinigen etwas aufwärts gebogen, so dass der Stamm erst 6 Zoll bis 1 Fuss über dem Boden beginnt und man zwischen den Lücken der Wurzeln hindurchsehen kann. Reitet man über solche schwimmende Wälder, so vermeiden die russischen den Wald und seine Gefahren kennenden Pferde möglichst die Nähe der Baumstämme, weil sie von den glatten starken Wurzeln leicht abgleiten und den Huf zwischen sie einklemmen können. An den Stellen, wo das Geflecht aus dünnern Wurzeln und einer starken Moosdecke besteht, ist für sie weniger Gefahr. Das an den Baumstämmen herunter rinnende Regenwasser mag allmählig die Fortspülung des unter ihnen befindlich gewesenen Moders und dadurch die Entstehung der offenen Sumpfstellen bewirkt haben. Diese Oeffnungen sind aber passende Austrittspuncte für die bei der Verwesung des Moders sich entwickelnden Gase.

Wo die schwimmende Decke noch weniger stark ist, prangt sie in den mannigfaltigsten Moosfarben; verschiedene ins Gelbe, Rothe, Braune spielende Grüne der Sphagnen und Hypnen wechseln mit saftigem dunkeln Blaugrün der Lebermoose und hier und da ragen weisse und graue Flechten mit ihren zarten Kelchen und Zasern empor. Der Anblick einer solchen Fläche ist einladend und verlockend, aber wehe dem schwereren Thiere, welches sie betritt; es sinkt im Schlamme unter. An manchen Puncten siedeln sich Weiden- und Erlensträucher, die hochstämmige Sumpfpreussel, die

kaum spannenhohe Sumpfbrombeere, *(Rubus ariticus)*, das Sumpfdreiblatt *(Menyanthes trifoliata)*, Riedgras *(Carex caespidosa)*, Farne *(Aspidium thelypteris)* darauf an, durch ihre Blätterbüschel, Blüthen und Früchte die Fläche verzierend. Seltener finden sich Tannenstämmchen, *(Pinus sylvestris, Pinus abies)*, welche immer niedrig bleiben und gewöhnlich gelbe Blätter haben, so lange die Moosdecke zu dünn ist. Im Winter gefriert die Moosdecke und befestigt dadurch die Bäume. Wenn die Frühjahrsfluthen eintreten, ist dieses Eis noch nicht gethaut, der Stoss der Fluth geht desshalb ohne Schaden an dem dichten Walde vorüber; es können wegen der gedrängten Stellung der Bäume keine Treibholzmassen zugeführt werden, wohl aber wird die Oberfläche durch aufgespülten feinen Schlamm gedüngt. Auf diese Weise werden die Aschenbestandtheile für die angesiedelten Holzarten herbeigeschafft.

Die nach den Fluthen eintretenden Stürme lockern aber, indem sie einzelne Stämme schütteln, den Wurzelverband, so dass hier und da ein Baum oder eine ganze Gruppe zum Falle kömmt, abgebrochen, oder auch mit der Wurzel ausgerissen, liegen dann die hohen Tannen umher, manche wurden mit ihren Gipfeln im Schlamme versenkt, während ihr Wurzelgeflecht wie eine grosse Scheibe über die Oberfläche hervorsteht. An einzelnen Stellen öffneten sich grössere und kleinere Löcher in der Moosdecke aus denen der schwarze Schlamm hervortrat.

In dem Maase als die abfaulenden Wurzeln und Aestchen der Mossdecke nach unten sinkend den breiigen Schlamm in der Tiefe des Moores vermehren, werden auch die Wurzeln der oben angesiedelten Tannen dem Moderpfuhle genähert. Gleichzeitig sprossen aber oben stets neue Sphagnen, Gräser, Flechten, die Masse der abfallenden Blätter, Nadeln und Aeste, die zugeführten Staub- und Schlammtheile erhöht mit ihnen den Boden und wenn einzelne Stämme in Folge des Eintauchens ihrer Wurzeln in den Moderbrei absterben und umsinken, so können auf den freigewordenen Stellen alsbald neue Pflanzen sich entwickeln. Es sind die

Saamen von Birken und Tannen, welche solche Lichtungen aufsuchen.

Wenn durch irgend eine ausnahmsweise starke Herbstfluth oder ein anderes Ereigniss, wie Waldbrand oder heftigen Orkan der Hochwald über einem Tiefmoore umgebrochen oder vernichtet wird, so können sich über die am Boden liegenden Bäume endlich durch Wind und Wasser zugeführter Staub und Schlamm ausbreiten. Wachsen diese erdigen Bedeckungen zu einiger Stärke an, so werden sie die unter ihnen modernde Pflanzenmasse zusammen und auf den Boden des Bassins hinabdrücken, wobei die obere Moosschicht als Filtrum dient in welchem der feine Kohlenstoff zurückbleibt, während das Wasser nach oben entweicht. In solchem Falle wird das verschlämmte Torflager am Rande des Bassins die grössere Mächtigkeit besitzen, es wird sich nach der Mitte hin, wo weniger Bäume auf ihm standen und wo die Moderbildung später stattfand als am Rande verschwächen. Vielleicht wird die Moosdecke sogar in der Mitte bersten und den dort noch breiigen Moder mit dem Wasser vermischt nach oben ergiessen, wodurch bei geschlossenem Bassin sich ein unteres schwächeres Lager von Moostorf bilden kann, auf dem ein Zwischenlager von sandigen und schlammigen Massen ruht, während sich darüber der durch Ritzen in die Höhe gepresste Moder zu einem obern feinerdigen Lager von kohlenstoffhaltiger Substanz niederlegt, über welchem mit der Zeit eine jüngere Torfbildung erfolgt.

Stand der Tiefmoor mit einem Landsee in Verbindung, oder war er sehr breit, selbst ein See, so fand seine Ueberwachsung anfangs nur an den Ufern statt. Dort sammelten sich die Moose, in einer zum Standorte für Bäume hinlänglich starken Schicht an. In der Umgebung mancher Seen, welche in der flachen Waldregion Sibiriens und des Ural sich befinden, sind die Ufer weithin von Torfmooren begleitet, schwimmende Baumgruppen kommen daselbst vor und auch wohl hin- und herschwimmende, Bäume tragende Inseln, welche vom Ufer losgerissen nun frei umhertreiben. Solche Erscheinungen an den Seen bei Werchneiwinsk, Tschornostoitschinsk,

sind ganz denen zu vergleichen, welche auf dem Nonnmattweiher im obern Schwarzwalde und auf einem Teiche bei Burgtonna in der Nähe von Eisenah (Röhn) wahrgenommen werden. Während sich am Ufer solcher ausgedehnter Wasserbassins Torf, Moder, verwesende Baumstämme in Menge anhäufen, lagern sich in ihrer Mitte nur schlammige Theile vermischt mit allerlei Confervenresten, Schilf und andern Wasserpflanzen ab; es entstehen daraus bituminöse Schichten, unter Umständen selbst dünne unreine Kohlenlager, abwechselnd mit erdigen Schichten, die mit dem mächtigen Torflager am Ufer in ununterbrochenem Zusammenhange stehen.

Auf diese Weise spalten sich die Kohlenstofflager, welche ganz am Rande des Bassins schwach und unrein sind, dann zur grössten Mächtigkeit heranwachsen, nach der Mitte hin in mehrere schwächere, durch erdige Substanz getrennte Theile.

Sobald das Wasser in dem durch Anhäufung von Pflanzen verengerten Behältniss zusammengedrängt ist, beschränkt sich die Kohlenstoffansammlung mehr auf die Mitte des Bassins. Nach dem Eintritte von Ereignissen, welche die Wälder am Seeufer zerstörten und die Torfvegetation unterbrächen, als da sind Stürme, starke nur 1 bis 1½ Zoll hoh Schlamm zuführende Regengüsse, wodurch die obersten Moossprossen vollständig bedeckt und erstickt werden, kann unter Umständen auf der nackten Fläche eine Grasvegetation über dem Torfe aufkommen, welche bekanntlich die Ansammlung von feinerdigen Schlammtheilen sehr befördert. Dadurch können sich über den Kohlenstofflagern Thon und Sand, selbst Gerölle anhäufen, bis der Schatten des wiederaufkommenden Waldes auf's Neue die Torfbildung begünstigt. Zu dieser Zeit aber hat sich wohl das Wasserbassin durch zugeführten Detritus umher anstehender Gesteine noch weiter verengert, die neuen Torflager entwickeln sich also mehr nach dem Innern des Bassins; es entstehen Verhältnisse denen ähnlich, welche sich an den Kohlenflötzen der Zwickauer Steinkohlenmulde wahrnehmen lassen.

Ich entnehme aus Geinitz geognostischer Darstellung der Steinkohlenformation in Sachsen ein Bild der bei Nieder-Würschnitz durch Bergbau bekannt gewordenen Lagerungsverhältnisse, welches ich nach neueren Beobachtungen ergänzt auf Tafel 2 aufgenommen habe. Daselbst ist das tiefste Kohlenlager ohnfern des Ausgehenden am stärksten, spaltet nach der Mitte des Bassins hin in viele Theile, welche sämmtlich unbauwürdig sind. Ueber ihm liegt Schieferthon mit Pflanzenabdrücken, dann folgt ein zweites ebenfalls seinem Ausgehenden nahe starkes, nach dem Muldeninnere sich verschwächendes Flötz; endlich auf dessen Pflanzenabdrücke führende, erdige Bedeckung ein drittes, weit nach dem Innern der Mulde gerücktes. Solche Bildungen können nur in einer langen Zeitperiode entstanden sein; inzwischen haben sich auch die Arten der auf Erden wachsenden Pflanzen verändert und desshalb werden die obern Flötze von andern Pflanzenabdrücken begleitet als die tiefern.

In der Tundra der Jaiwamündung Tafel 1, schliesst an den Tiefmoor b. b. ein Hochmoor c. c., von dessen Eigenthümlichkeiten später die Rede sein soll. Der Tiefmoor ist auch hier von künstlichen Kanälen beiderseits des Weges durchschnitten, in welche der Posdibach, sie vertiefend, einschnitt. Dadurch ist an manchen Punkten der in der Tiefe schon festgewordene Moortorf aufgeschlossen. Der Strom des Wassers hat längst versunkene Baumstämme blosgelegt, welche zum Theil noch im Torfe der Uferwände stecken, zum Theil ihrer ganzen Ausdehnung nach entblösst sind und in wirrem aber lockerem Haufwerk im Bette des Baches aufgestapelt liegen.

In der Nähe von Maikor, dicht bei Nikitinskoi Sawod birgt die weite Thalebene der Jnwa ein bauwürdiges Torflager aus der frühesten Zeit der Quartärformation. Im jetzigen Flussbette der Jnwa geht dieses Torflager zu Tage aus, man kann hier im Sommer bei niedrigem Wasserstand, während der kolossale Sammelteich der Hütte die Jnwa aufnimmt und in ein anderes Bett lenkt, dessen Beschaffenheit genau studiren. An einem nahen Punkte hatte eine kleine Torfge-

winnung stattgefunden, weil ein Versuch angestellt werden sollte, ob dieser Torf bei der Fabrikation des Eisenbleches verwendet werden könne.

Auf Tafel 3 habe ich das am Ufer des Flusses entblösste Profil des Lagers mitgetheilt. Der Torf verbreitet sich auf einer Fläche von beiläufig 1 Werst Länge ($^1/_7$ Meile) und $^1/_2$ Werst Breite auf beiden Ufern der Inwa; er liegt nach den Angaben der Hüttenbeamten auf dem rechten Ufer mächtiger als auf dem linken, wo dicht bei der Sawod die Grube angelegt worden war, und erfüllt eine flache Mulde. Das Liegende ist weisser Sand, offenbar ein Zersetzungsproduct des weit und breit anstehenden thonig-sandigen Rothliegenden, dessen Eisengehalt ausgelaugt ist. Die Mulde ist nichts anderes als ein altes Flussbett der Inwa, welche das viele Werst breite Thal in zahlreichen Krümmungen und Bogen mit sehr geringem Gefälle durchschneidet. In dem sandigen Liegenden konnte ich weder thierische noch pflanzliche Reste auffinden. Das Torflager ist an der beobachteten Stelle zwischen 4 und 5 Fuss dick; es besteht in seinem untern, sich scharf am Sande abschneidenden Theile aus einem korkartigen, lockern, höchst feinerdigen, braunschwarzen Torfe, worin unter dem Mikroskope neben durch Verwesung unkenntlich gewordener Pflanzensubstanz, (Moder) dünne Stängelchen und Moosblättchen sichtbar werden. Nach oben geht dieser Moder in eine hellgefärbte faserige oder filzige Substanz über, worin zwischen Moder Moospflänzchen, *Sphagnum* und *Hypnum*, Laubmoos, Flechten, Pilzchen, Grashälmchen und Blättchen nebst oval gewordenen Stämmen von *Betula* und *Pinus* sowie undeutliche Blätter von diesen Bäumen zerstreut liegen. Früchte von *Betula, Pinus* und *Menyanthes* kommen nicht selten vor. Farnreste konnte ich nirgends erkennen. Bei Anlage der Torfgrube wurden mehrere Stoss- und einige Mahlzähne nebst einem Kopfe von *Elephas primigenius,* Kopf und Gehörn von *Bos* und *Cervus alces* nebst vielen grossen und kleinen Wirbeln, Rippen, Beinknochen, aus der tiefsten Schicht ausgegraben. Diese Knochen befinden sich in der kleinen Sammlung der Wsewolojskischen Hütte Nikitinsk; ich erhielt davon

zwei Mahlzähne des Mamuth, den einen von einem ausgewachsenen, den andern von einem noch sehr jungen Thiere.

Auf dem Torfe breitet sich ein 6 bis 10 Fuss dickes Lager bläulichen Thones aus, worin ich Schalen von folgenden Schnecken auffand: *Limnäus stagnalis, Lim. fuscus, Lim. pereger, Paludina impura, P. vivipara, Planorbis contortus, Plan. marginatus, Plan. corneus, Cyclas Pfeifferi, Physa hypnorum, Achatina lubrica, Succinea amphibia, Helix hispida.* Diese Schnecken, werden auch jetzt noch in den offenen Sümpfen der Umgegend oder an deren Ufer lebend angetroffen.

Der Thon bildet die wasserdichte Sohle eines flachen Sumpfes worin zwischen hohen festverfilzten Stauden der *Carex caespidosa*, Sphagnum und Hypnum grünt, während Tannen und Birken sie beschattend sich hoch darüber erheben. Durch den theilweisen Abtrieb dieses Waldes ist die Fortentwicklung des obern Torflagers unterbrochen worden, wäre dies nicht so würde sich ein zweites Torflager über dem untern bilden. Indem die Substanz der tiefern Kohlenstoffanhäufung sich weiter in einen braunkohlenähnlichen Zustand umändert, schwindet ihr Volum, es sinken die bedeckenden Massen langsam nach und das obere Tiefmoor erhält dadurch Gelegenheit sich so lange mächtiger und stärker auszubilden, bis sein Fortbestehen durch einen neuen Einbruch des Flusses, durch eine neue Schlammbedeckung vernichtet wird.

Dieses Torfmoor lässt die Ursachen, aus denen in der Stein- und Braunkohlenformation mehrere durch erdige Schichten getrennte Flötze über einander vorkommen, leicht und bestimmt erkennen.

Im Lunjathale, da wo sich dieser starke Bach unterhalb Alexandrowskoi Sawod bei Lithwinsk im Ural mit der Lithwa vereinigt, befindet sich ein ähnliches sehr ausgedehntes Torflager von ähnlicher Beschaffenheit. Es liegt, im tiefeingerissenen Lunjabette sichtbar, eine dicke feinerdige Torfschicht unter Lehm, darüber befindet sich ein umfangreicher bewaldeter Sumpf; ein neuer Torfmoor. Auf dem mehr kalkigen Uferlande blühen *Rosa canina, Lonicera xylosteum, Balsamina*

nolimetangere, Hesperis matronalis, Polemonium caeruleum, Delphinium elatum, Paeonia, Lichnis calcedoniae, Epilobium angustifolium, Aconitum, Assarum europaeum, Ranunculus flammula, Helleborus, Cicuta virosa, Trifolium, Galium, Carduus cyanus, Chenopodium, Artemisia absinthium, Lolium perenne, Centaurea, Daphne mezereum, Euphorbia esula, Cynoglossum, Urtica, Campanula, Spirea, Saxifraga, Dianthus superbus, Lilium Martagon, Cratägus terminalis, Sorbus acuparia, Prunus padus; breitblättriger *Ulmus campestris, Tilia parvifolia, Viburnum opulus, Ribes rubrum* und *Rubus idaea* wechseln mit der hohen *Pinus cembra*, der spitzen *Pinus abies* mit *Pinus picea*, *Pinus sylvestris, Pinus larix, Juniprus communis* mit *Betula alba, Populus tremulans*, *Salix capraea*, *S. fragilis* ab; *Vaccinium vitis idaea*, Gräser und mehrere Farnkrautarten bedecken den Boden. Auf dem Moore selbst herrschen *Alnus glutinosa, Pinus sylvestris* über der grünen Moosdecke, welche hier und da von *Rubus arcticus*, *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polyfolia, Menyanthes trifoliata* und *Carex*stauden unterbrochen wird. Reste von den aufgezählten und noch vielen andern Pflanzen gelangen in den Sumpf und insofern sich deren Abdrücke erhalten können, hinterlassen sie im Torflager Denkmale ihrer einstigen Existenz, ähnlich wie wir in den Braun- und Steinkohlenlagern Spuren von denjenigen Pflanzen finden, welche deren Moore ehemals umsäumten.

In der Nähe von Nischni-Tagilsk liegt über Schalstein und crystallinischem Kalke mit Versteinerungen der Silurformation, ein über 20 Fusse mächtiges Torflager, welches eine mehr als tausend preussische Morgen grosse Fläche bedeckt. Dieses Lager ist von einem breiten Kanale durchschnitten, man begann im vorigen Jahre einen versuchsweisen Abbau. Die Substanz ist der des Maikorer Torfes ganz gleich; in den untern Theilen feinerdig, locker, nach oben derber, filziger mit deutlich erkennbaren Moosresten. Eingebettet kommen Tannenstämme vor wie bei jenem. Aber es ist nicht durch Thon bedeckt, sondern reicht bis an den aus *Carex* und Farrn gebildeten Rasen, auf welchem Erlen sparsam wachsen. Vor Zeiten bestand hier ein mächtiger Hochwald von *Pinus*

cembra und *Pinus sylvestris*, nach dessen vor einigen Jahrzehnten erfolgter Abholzung die Weiterentwicklung des Torfes der nach Ausfüllung des Tiefmoores allmählig als Hochmoor weiter wuchs, unterbrochen ward.

In diesem Torfe fand ich mehrere Stücke Holzkohle auf, welche hier und da auch in andern Torflagern vorkommend, die Ueberreste von Waldbränden sein dürften.

Um eine Vergleichung solcher überwachsenen Tiefmoortorfe mit Braun- und Steinkohlen-Lagern zu erleichtern stelle ich das Ergebniss der an verschiedenen Punkten gesammelten Beobachtungen nochmals kurz zusammen.

1) Die Unterlage, (das Sohlgestein oder Liegende) mag es nun Sand oder Thon oder irgend ein festes Gestein sein, trennt sich scharf von dem Torfe; es enthält keine Wurzelstöcke (Stigmarinen, Rhizome); ist öfters frei von Kohlenstoffbeimischung. Es ist in einer flachen oder in einer unregelmässigen bald auf bald absteigenden Ebene angeordnet.

2) Der Torf ist in dem untern Theile des Lagers feinerdig, besteht aus Moder, worin sich kaum Spuren von noch kenntlichen Pflanzentheilen entdecken lassen. In dieser Schicht fehlen Reste von Wasserbewohnern gänzlich, es kommen jedoch dann und wann Skelette von grösseren Landthieren darin vor.

2) Die mittleren Theile des Lagers enthalten zerstreutliegende Holzstämme, Wurzeln von Bäumen, Gras, aber ebenfalls niemals Reste von Wasserbewohnern in dem vorherrschend noch erdigen Moder.

4) Die obern Lagertheile sind reich an abgeplatteten, nach verschiedenen oder vorherrschend nach einer Richtung umliegenden Baumstämmen, welche von einer faserig-filzigen Torfmasse, aus Moospflanzen, Baumwurzeln umgeben sind. Sie gehen zuweilen an ihrer obern Grenze in unreinen Torf über indem sich Thon beimischt.

5) Die untere Fläche der Torflager richtet sich ganz nach ihrer Unterlage sie ist grad oder wellenförmig begrenzt,

die obere Fläche dagegen ist eben oder in verschiedener Weise eingesunken. Der Torf erfüllt muldenartige Bassins.

6) In diesen Bassins liegt entweder nur ein Lager, oder es befinden sich getrennt durch Thier- und Pflanzenversteinerungen führende Gesteine (Thon, Lehm, Sand), mehrere übereinander.

7) Die Lager erfüllen kleinere Mulden entweder an allen Punkten ziemlich gleich dick, oder in der Mitte am stärksten; in gösseren Bassins aber werden sie nach der Mitte hin allmählig schwächer und zersplittern oft in mehrere Theile. Wenn in einem solchen Bassin mehrere Lager Torf übereinander entwickelt werden, so sind sie am Ausgehenden (am Rande) am meisten genähert, entfernen sich gegen die Mitte hin mehr und mehr von einander, indem die zwischen ihnen liegende Gesteinschicht anschwillt.

8) Die obere Bedeckung, (das Hangende) solcher Torflager kann aus Gesteinen (Sand, Thon, Lehm) mit Pflanzen- und Thierresten verschiedener Art bestehen.

9) In den offenen Tiefmooren bilden sich dagegen Kohlenstoffansammlungen von grösserem Aschengehalte, indem Staub, Schlamm und die durch die Conferven ausgefällten Carbonate die Kohle (den Torf) verunreinigen. Der Torf ist geblättert, er umschliesst Abdrücke von Landpflanzenresten, von Wasser- und anderen Thieren. Nach oben gesellen sich ihm Wurzeln von verschiedenen grössern Wasser- und Sumpfpflanzen zu.

In der Tertiär- und der Steinkohlenformation kenne ich viele Kohlenlager, welche theils in offenen, theils in überwachsenen Tiefmooren entstanden sind, wenigstens besitzen sie alle vorher namhaft gemachten Eigenschaften. In offenen Tiefmooren sind sämmtliche aschenreiche Blätterkohlen, (von Rott bei Bonn, die tiefere Schicht von Salzhausen, die Kohlen von Annerod, Climbach bei Giessen, Markersdorf in Böhmen u. v. a. Orten) entstanden. Die schwachen

unreinen Kohlenlager im Cyrenenmergel (bei Offenbach, Seckbach, Gronau, Ober-Ingelheim, Ofenthal, Hochheim, Winkel) worin sich so oft Früchte von *Nymphaeen* finden. Die vitriolreichen, Fischabdrücke umschliessende Braunkohle von Bischofsheim v. d. Röhn gehören ebenfalls zu den Bildungen in offenen Mooren. In solchen wuchsen ohne Zweifel die schwachen Kohlenflötze an, welche jetzt als kohlig-bituminöse Schichten mit vielen Braunkohlenflötzen im Zusammenhange stehen, in welche solche reinere Kohlenstofflager allmählig übergehen. In den ältern Formationen treten die in offenen Tiefmooren entstandenen Kohlenstoffansammlungen als bituminöse Letten, Thone, Mergel, Sande auf, weil in dem langen, zwischen ihrer Bildung und der Jetztzeit verflossenen Zeitraume die vegetabilische Substanz sich vollständiger zersetzen und verflüchtigen konnte, wodurch die Aschenbestandtheile und das Erdigschlammige die Ueberhand erlangte. In solchen Lagern wechselt der Kohlenstoffgehalt zwischen 10 und 30 Procent.

Es gehören dahin ein Theil der Wälderthonkohle, einige bituminöse Schichten des Lias, die Lettkohle, der Kupferletten von Bieber, Richelsdorf, des Mannsfeldischen und Thüringens, welche bekanntlich keine allgemein durchgreifende Schicht des Zechsteines darstellen, sondern an unzähligen Punkten gänzlich fehlen. In dieselbe Kategorie fallen die im böhmischen und permischen Todtliegenden auftretenden Blätterkohlen, welche als kupferführende Letten, Mergel, Schiefer und Sandsteine abgebaut werden, ferner viele unreine Steinkohlenflötze und mit bessern Steinkohlen zusammenhängende kohlige Schiefer, endlich manche bituminöse Schichten der Culm- und der Devonformation, sowie die bituminösen Lettenlager im russischen Silur in der Nähe von Petersburg.

In überwachsenen Tiefmooren entstanden wahrscheinlich die Steinkohlen am Ural und die von Malowka im Gouvernement Tula. Die stärkern Kohlenlager auf den Wsewolojskischen und Lazarew'schen Besitzungen an der Lunja, Kiesel, Koswa und Uswa ruhen auf Sandstein, worin unmittelbar unter den Flötzen keine sogenannten Stigmarien vorkommen.

Diese Wurzelstöcke finden sich vereinzelt tiefer im Liegenden oder in der Sohle der die Hauptlager begleitenden schwächern Flötze, welche theils offene Tiefmoor-, theils Hochmoorbildungen sind. Das 5 bis 21 Fuss mächtige Lager reiner guter Steinkohle an der Lunja und Koswa besteht in seinen untern Theilen aus dichter Glanzkohle, worin sich keine Spur von Pflanzenstruktur bemerklich macht. Nur die obersten 2 bis 3 Fusse werden von einer blättrigen Glanzkohle gebildet, worin stark abgeplattete Holzstücke und andere erkennbare Pflanzenreste in Masse liegen. Ich werde darüber in einer andern Abhandlung ausführlicher berichten. Ganz so verhalten sich nach Auerbach und Trautschold die Steinkohlenlager von Malowka, woselbst die auf dem Sand des Liegenden ruhenden tiefern Kohlenschichten aus erdiger und amorpher Substanz bestehen, während die obern viel, stark zersetztes Holz und die blättrige Masse die Rinden von *Lepidodendron tenerrimum* Auerbach enthalten.

Beide Vorkommen haben alle Eigenschaften der modernen überwachsenen Tiefmoorbildungen. Ganz dasselbe kann ich von dem tiefen Backkohlenflötze (Pochhammer) auf der Grube Concordia ohnfern Zabersche, sowie von dem tiefsten mächtigen Kohlenflötze auf den Steinkohlengruben bei Nikolai in Oberschlesien berichten. Beide ruhen auf Pflanzen (Stigmarien) freiem Sandsteine, welcher eine bald auf- bald absteigende unebene Fläche darstellt. Das Liegende reicht an einzelnen Stellen hoch in das Flötz herauf, verbindet sich sogar mit dem Hangenden, stellt also hier und da aus dem Tiefmoore herausreichende Sandhügel dar. Die Kohle ist unten amorph, hat nur in ihren obersten Schichten noch erkennbare Stigmarien- und Sigillarien worunter Farne gänzlich fehlen. Der hangende Schieferthon legt sich über die Kohlen ohne irgend einen erkennbaren Pflanzenrest zu umschliessen; ein Beweis, dass es angehäuft wurde, nachdem der auf dem Tiefmoore gewachsene Wald aus Sigillarien längst umgelegt und zerstört war.

Auch in andern Steinkohlenbassins sind alle diejenigen Kohlenlager oder ausgedehnte Theile derselben, deren Liegen-

des keine Wurzelstöcke enthält als Erzeugnisse überwachsener Tiefmoore anzusehen. Ein solches Moor kann, wie wir oben schon erläutert haben nach der einen Seite in unmittelbarem Zusammenhange mit einem offenen Tief- nach der andern mit einem Hochmoore in Verbindung stehen; es können also auf einem und demselben Flötze bituminöse Thone, mit Wurzelstöcken im Liegenden, mit Süsswasserbewohnern, Eisenstein- und andern Erzlagern, unreine Steinkohlen oder Brandschiefer und reine Kohlenlager, welche sich in überwachsenen Tief- oder in Hochmooren entwickelten, unmittelbar zusammenhängen. Solcher Wechsel in der Substanz der Lager findet bekanntlich in den verschiedenen Steinkohlenbassins häufig statt; die Kohlenlager haben an verschiedenen Stellen ihrer Ausdehnung nicht allein sehr abweichende Mächtigkeit und Mischung, sondern sie werden auch durch andere Stoffe theilweise oder gänzlich ersetzt.

In der Braunkohlenformation kommen ganz gleiche Erscheinungen vor. Ich kenne in der Nähe von Friedland, Aussig, Bilin, Teplitz, Carlsbad in Böhmen, bei Leoben in Steiermark, sehr mächtige Braunkohlenlager, welche auf Thon und Sandstein ohne Pflanzenwurzeln ruhen. Die Kohlen schneiden scharf an ihrem Liegenden ab; ihre untersten Schichten bestehen aus einer glänzend schwarzbraunen oder einer erdigen, hellbraun gefärbten, amorphen Masse, worin sich nur sehr selten ein Holzrest, findet. In den obern Lagertheilen dagegen kommen abgeplattete Baumstämme häufiger vor, es liegen in wenigen Fussen oft 6 bis 10 Holzschichten in Moder eingebettet übereinander. Der horizontale Durchmesser der umliegenden Stämme behielt seine ursprüngliche Länge ganz bei, während der vertikal gerichtete sich um ein sehr Bedeutendes zusammenzog. Ich bewahre ein Stück aus dem obern Theile eines bei Bilin bebauten Braunkohlenflötzes auf, welches in einer Höhe von 8 Zollen drei übereinanderliegende Holzstücke enthält, deren Querschnitte folgende Dimensionen besitzen:

1tes Holzstück 18 Zoll breit, $^7/_8$ Zoll dick,
erdige Braunkohle $^6/_8$ Zoll dick,

2tes Holzstück 9 Zoll breit, 1 3/8 Zoll dick,
erdig Braunkohle 1 2/8 Zoll dick,
3tes Holzstück 11 Zoll breit, 6/8 Zoll dick.

Mit den Stammresten kommen dann und wann auf beschränkten Stellen gut erhaltene Blätterabdrücke von verschiedenen Pflanzen vor.

Auch in Hessen namentlich am Habichtswalde, am Meisner und bei Gross-Allmerode sind ähnliche Braunkohlenflötze. Ein schönes Beispiel der Art, kenne ich aus der baierischen Röhn. Bei dem Dorfe Roth liegen unter der mächtigen Basaltdecke des Hochplateaus der Röhn folgende Kohlenflötze, welche vor einigen Jahren durch Tagebau und Stollenbetrieb aufgeschlossen der Beobachtung zugänglich waren.

	Basalt	13—15	Fuss
	blauer Thon	12	„
1)	einzelne Stämme bituminöses Holz im Thon	2— 3	„
	blauer Thon	18	„
2)	schieferige, blätterige, unreine Kohle mit Resten von Crocodil	4	„
	blauer und brauner Thon	15	„
3)	holzreiche Braunkohle mit Wurzeln und Blättern von Dikotiledonen im unmittelbar darunter anstehenden Thone . . .	4	„
	blauer Thon mit Blätterresten . . .	18	„
4)	Braunkohle von erdiger Beschaffenheit	5	„
	blauer Thon	12	„
5)	Braunkohle in der obern Abtheilung mit Holz und Blattresten, Tannennadeln, in dem untern Theile erdig	6	„
	sandiger Thon	14	„
	Muschelkalk der Trias.		

An einem Punkte fand sich nur die obere bituminöses Holz umschliessende Thonschicht unter Thon und Basalt auf Muschelkalk gelagert, an einer dritten sahe ich die bituminöse Holzschicht fehlen und folgendes Profil:

	Basalt	60—100 Fuss dick
	blauer Thon	25 Fuss
2)	blättrige Braunkohle voller Schilf und Grasstängel	2 „
	graugelber Sand und Thon mit grossen Unionen, (6 bis 7 Zoll lang) *Cyclas*, *Paludina obtusa* Sandberger, *Paludina sp.* einer andern kleinen *Paludina*, von der Gestalt der *Hydrobia acuta*, *Planorbis*, ähnlich dem *Planorbis corneus* jedoch kleiner, *Melanopsis callosa* Al. Braun	24 „
3)	Braunkohlen mit Holzresten	6 „
	Thon mit Acer- und *Juglans*blättern .	15 „
4)	Braunkohle dicht mit erdigem Bruche .	5 „
	blauer Thon	17 „
5)	Braunkohle in einzelnen Mulden schwächer und stärker gelagert oben mit Holz unten erdig	5—10 „
	brauner Thon	8 „
	Muschelkalk.	

Das bituminöse Holzlager 1, ist offenbar Treibholz, die Kohlenschicht 2, eine Sumpflachenausfüllung an einem Flusse; die Braunkohle 3 wohl ein Hochmoortorf; die Schichten 4 und 5 aber sind aller Wahrscheinlichkeit nach Ausfüllungen in einem überwachsenen Tiefmoore.

Ueberwachsene Tiefmoore sind in Ungarn, namentlich im Bakonyer Walde, in der Umgebung des Neusiedler Sees, im Sumpfe Hansag und anderwärts sehr häufig, sie kommen in Nord-Preussen, Hannover und Holland sehr oft vor, nicht weniger in der Röhn, im Schwarzwalde, in Bayern und im Gebiete der Alpen.

c. Hochmoore.

Im Zusammenhange mit offenen oder überwachsenen Tiefmooren, aber auch ganz getrennt von solchen, im Thale

und auf Höhen gelegen, habe ich, jedoch immer nur im geschlossenen Hochwalde, wo die Feuchtigkeit das ununterbrochene Wachsen von Moos und Flechten begünstigt, Moore kennen gelernt, in welchen die Torfsubstanz dem Wachsthume der Pflanzen folgend von unten nach oben sich ansammelt. An feuchten Stellen, in flachen Einsenkungen, worin sich nur wenig Wasser halten kann oder auch auf der Oberfläche schon geschlossener Tiefmoore wachsen Seggen, Hypnumarten, Sphagnen, Laubmoose, Flechten. Sobald sich ein hinreichend dicker Boden gebildet hat, kommen darin Birken, Tannen, Farne auf; es siedeln sich Preusseln und andere niedrige, holzige Sträuchlein an. Die Moose, deren untere Theile allmählig vermodern, während die Spitzen grünen, halten in ihrem dichten Filze viel Wasser zurück, was ihrem Wachsthume sehr förderlich ist. Am Rande eines Moosfleckes keimen alljährlich neue Pflänzchen, wodurch dessen Ausdehnung mehr und mehr zunimmt, während gleichzeitig die Mitte sich erhöht. Im Laufe der Jahrhunderte entsteht aus einem solchen bemoosten Flecke eine weit ausgedehnte hoch angeschwollene Blase, deren Oberhaut ein dichter Filz von verschiedenen Moosen ist, während ihr Inneres aus modernden Pflanzen besteht. Die allmählig sich ausbreitende Moosblase bedeckt das sie begrenzende Waldland mehr und mehr, die in der Mitte erfolgende Anschwellung erhebt sich an den Stämmen der Bäume. Ueberall, wo die Letztern um mehrere Fusse in die moosige Schicht versenkt werden, wo sich über ihren Wurzeln stärkere Moderlagen ansammeln, verkümmern sie und sterben allmählig ab. Sie überwachsen von unten bis oben mit weissen Flechten, so dass die Tannen selbst im Sommer, aus der Entfernung wie mit Schnee beladen aussehen. Endlich sterben die Bäume ab und brechen um, das Moor bleibt eine lichte Stelle im Urwalde.

Wo die Tiefmoore der Romanowaer Tundra den Fuss der Hügel berühren, sowie in der Umgebung der Posdiquellen (Tafel 1 c. c.) sahe ich ein solches Hochmoor zu einer ziemlichen Höhe angeschwollen, welche nach der der umgebenden

Kiefern geschätzt wohl 18 bis 20 Fusse betragen mag. Die Blase ist flach abgeplattet, sie nimmt eine Fläche von mehreren Tausend Fussen Breite ein. Sie steht im Zusammenhange mit dem Tiefmoore, wohin sie wohl ihren Wasserüberfluss abgibt und nach den übrigen Seiten mit kleinern Hochmooren im umgebenden Hochwalde.

Die Oberfläche dieses der Vegetation sein Dasein verdankenden Hügels ist frisch und lebhaft grün, ich fand sie in der Nähe des Randes, gegen das überwachsene Tiefmoor hin zusammengesetzt aus: *Sphagnum capillifolium*, *Hypnum riparium*, *Hypnum cuspidatum*, *Jungermannien*, *Meesia uliginosa*, an andern Stellen waren einzelne Rasen von *Sphagnum*, breite Filze von *Hypnum splendens*, wieder an andern weisses Rennthiermoos und mehrere andere Flechten sehr verbreitet. Ganz am Rande, gegen die trockenen Hügel hin, herrschen mancherlei Kräuter und Gräser, in Moos versteckt kommen Bärlappe, *Licopodium*, mit ihren fructificirenden Aesten zum Vorscheine und breiten hier und da Farne ihre Wedel aus.

Sehr ausgedehnte Hochmoore überschritt ich an den Quellen der östlichen Lunja und bei Jwanowka oder Starai Ugelne auf Wsewolojskischem Besitze nächst Lithwinsk, ferner zwischen der Koswa und Uswa, wo sie sich meilenweit auf dem Kohlensandsteine verbreiten und durch Tannen-Hochwald beschattet sind. Diese Hochmoore wechseln mit kleinen in sie eingestreuten offenen Tiefmooren ab, sie ziehen sich in flachen Vertiefungen, auf den fast ebenen Rücken der Hügel fort, sind an einzelnen Stellen zu niederen vom Baumwuchse entblösten Blasen angeschwollen, während sie anderwärts nur den Boden des Hochwaldes bedecken und den auf überwachsenen Tiefmooren stehenden Baumwuchs begrenzen. In dem Moore bei Jwanowka und in dem oberhalb Nischni-Parogi an der Uswa findet die Bildung von Eisenoxydhydrat statt, indem das Moos aus einsickerndem eisenhaltigem Wasser, durch Entziehung von Kohlensäure Gelbeisenocker präzipitirt. Es entstanden auf diese Weise 3 bis 6 Fuss dicke Lagen sogenannter Raseneisenstein, welche durch ihre ganze Mächtigkeit die Abdrücke von Moos, Bir-

kenblättern, Tannennadeln u. d. m. enthalten, auch zu Gelbeisenstein umgewandeltes Holz einschliessen.

Auf den Oberflächen der uralischen Hochmoore liegen zahllose umgebrochene Baumstämme, an manchen Stellen sahe ich Tannen, Birken und Aspen wirr durcheinander umgelegt, sie sind längst entblättert, viele schon so stark zersetzt, dass ihre Stämme oval eingesunken sind, während ihre Aeste sich sämmtlich auf der Erde ausgebreitet haben. Man kann sich an solchen Punkten ohne Mühe überzeugen, dass 3, 4, 5 und mehr flachgewordenen Holzstämme übereinander, getrennt durch vermodertes Moos vorkommen.

Auch auf der östlichen Seite des Ural betrat ich im Thale des Tagil und zwischen ihm und der der Thiussowaja zuströmenden Utka, sowie im obern Thiussowajathale selbst mehrere ähnliche Hochmoore, welche überhaupt in den feuchten Urwäldern des Nordens, sowie auch in den deutschen Hochgebirgen, Harz, Riesengebirge, Erzgebirge, Schwarzwald, Röhn, Vogelsberg u. s. w., wo sich ähnliche Bedingungen einfinden, nicht gar selten sind. In den deutschen Hochmooren fehlen im Allgemeinen die verwesenden Baumstämme, weil hier alle Windbrüche von den Forstbehörden und den Waldeigenthümern aufgemacht und benutzt werden, was in Russland noch nicht der Fall ist. Nur zuweilen sieht man in Deutschland auf sehr hochgelegenen Mooren noch verkümmerte Kiefern mit den Aesten im Sumpfe steckend vegetiren; ich erwähne als Beispiele die am Kniebis und zwischen Wildbad und Baden-Baden am Mummelsee vorhandenen Hochmooren.

Auf Tafel 4 habe ich versucht einen Hochmoor in seinen verschiedenen Entwicklungsstadien darzustellen; ich wählte eine kleine aufgetriebene Hochmoorblase umgeben von Hochwald. Die beiden Seiten zeigen, wie die Moosdecke sich an den noch freien Boden anschliesst und sich allmählig weiter und weiter ausbreitet. Nach der Mitte hin sind die überwucherten Bäume abgestanden, umgebrochen durch Vermoderung abgeplattet im Moose begraben, ganz im Innern

sammelte sich der Moder unter der sich höher und höher erhebenden Moosdecke an.

Wenn der grosse Modertropfen in der Mitte des Moores sich gelegentlich mit vielem Wasser verbindet, wenn dessen Inhalt sich dadurch zu einem dünnflüssigen Breie umändert, welcher in Gährung geräth und reichlich Gasarten entwickelt, so kann ein Bersten der Moosdecke und ein Ueberfliessen des Moders erfolgen. Ich habe selbst keinen solchen Moorbruch gesehen, weil sie wohl nur im Spätherbste nach langem Regenwetter vorfallen; an einer Stelle im Romanowaer Walde jedoch bemerke ich eine tiefe Spalte, welche bis gegen den Posdibach herabreichte und das Innere des Hochmoores aufschloss. Sie könnte für einen alten Moorbruch gehalten werden; der moderige Schlammbrei möchte verdünnt durch das Wasser des Baches der Kama zugeführt worden sein. Moorbrüche sollen in Irland zuweilen grosse Verwüstungen an Flur und Feld*) veranlasst haben. Wenn eine, viele Millionen Cubikfusse dünnflüssigen Schlammes enthaltende, auf der Oberfläche eines geneigten Terrains liegende Blase platzt und ihren Inhalt plötzlich ausgiesst, müssen wohl dadurch arge Verwüstungen, ähnlich wie durch einen Wolkenbruch oder einen Teichdurchbruch hervorgebracht werden.

Liegt ein Hochmoor in einer Bodeneinsenkung, so wird es sie allmählig bis an den Rand mit Moder ausfüllen. Am Rande fliesst dann das Moos gewissermassen über und verbreitet sich vorzugsweise nach den Seiten, welche am niedrigsten liegen, weil hier die Feuchtigkeit am leichtesten abziehend, den Wachsthum der Moose begünstigt. Da die Masse des Moores im Allgemeinen schwer beweglich, fast starr ist, so erhebt sich seine Mitte allmählig und wächst zu einer Blase an, die unter Umständen hoch über die Ränder der Bodeneinsenkung hervorragt. Es entstehen auf diese Weise abgeplattet sphäroidische, linsenförmige, scheibenförmige Torflager. Da das Moos sehr langsam wächst so ver-

---

*) Oken, allgemeine Naturgeschichte Band II. Stuttgart. Hoffmanns Verlagsbuchhandlung.

gehen über die Ansammlung der mitunter sehr dicken Hochmoorblasen ohne Zweifel sehr lange Zeiträume. Die Wurzeln, Stengel und Blätter der älteren Pflanzen vermodern, es entsteht aus ihnen eine braunrothe allmählig in's Dunkelbraune übergehende feinerdige Substanz, woran sich nur dann noch Pflanzenstruktur wahrnehmen lässt, so lange sie noch verfilzte Massen bildet. Ist die Zersetzung erst bis zur Auflösung des Filzgewebes fortgeschritten, so verschwindet jede Struktur, die feinen Mooszellen verändern sich in feinerdige rundliche, häutige Körperchen, welche regellos durcheinander liegen. Zwischen den Hypnum- und Sphagnumarten vorkommende Flechten und Lebermoose bleiben länger im Zusammenhange und stellen dunkel glänzende Scheiben in diesem Moder dar, auch etwa eingebettete Wurzeln und Stammstücke von Farn, Tannen, Gräsern, Preusseln, Birken, so wie deren Früchte bleiben noch lange als dichtere, zuweilen sehr dunkelgefärbte, stark glänzende Massen zurück. Ist die Moossubstanz bis zur völligen Auflösung zerstört, dringt Wasser zu, welches im unterliegenden Gesteine (Sand, Sandstein, Kalk) einen langsamen Abfluss finden kann, so bleibt der Moor in regelmässiger Fortentwicklung. Wird es aber durch eine wasserdichte Unterlage (Thon, Letten, dichten Thonschiefer) am schnellern Abzuge verhindert, sammelt es sich in dem schwammigen Moder an, so macht es denselben flüssig, beweglich und befördert durch die in ihm aufgelösste atmosphärische Luft die raschere Zersetzung der Pflanzensubstanz. Es entwickeln sich kleine Gasblasen, welche, indem sie an den Moderpartikelchen kleben bleiben, die Beweglichkeit des Breies vermehren. Das Volum des Moderschlammes muss durch jene Wasser- und Gasbläschen rasch zunehmen, es erfolgt eine Auftreibung des Moores, ein Zerplatzen der obern Moosdecke und unter Umständen ein Ausgiessen der Flüssigkeit. Erfolgt dieser Erguss in ein nahes Tiefmoor, so wächst dessen Kohlenstoffinhalt und es ist denkbar, dass durch solche Ereignisse tiefe und ausgedehnte offene oder überwachsene Tiefmoore rascher gefüllt werden, als dies bei gewöhnlichem Verlaufe stattfinden möchte. In solchen Fällen würde das

Tiefmoor den Kohlenstoff erhalten, welcher im Verlaufe der Jahrhunderte auf sehr grossen Flächen ihrer höheren Umgebung durch die Vegetation aus der Atmosphäre abgeschieden war. Findet der Erguss in einen Bach oder Fluss oder Strom statt, so verschwindet der Moder in der grössern Wassermasse, er wird mit erdigen Schlammtheilen gemischt abgelagert oder durch Verwesung vollständig zerstört.

Hochmoore (oder Moose) sind in der gemässigten und kalten Zone sehr verbreitet, sie kommen auf Hochgebirgen wohl auch in der heissen Zone vor. Ihre ausgedehnte Entwicklung im baierischen Hochlande, im Schwarzwalde, den basaltischen Höhen Mitteldeutschlands, im Erz- und Riesengebirge, in Norddeutschland, Polen, Galizien, Ungarn ist allgemein bekannt. Im hohen Norden Russlands und Sibiriens besteht die Gesammtoberfläche des Landes aus schwammigen Torflagern, den sogenannten Tundren*). In kälteren Gegenden wachsen im feuchten Elemente die Moose und Flechten bekanntlich vorzugsweise, weil sie niederere Temperaturen zu ihrer Entwicklung verlangen als Sträucher und Bäume. Sie verdichten mehrere Monate die atmosphärischen Gase in ihren Zellen und legen sie am Boden in dichten Haufwerken nieder. In diesen kältern Zonen und Höhen wird ihre Gährung oder Wiederauflösung in der Luft zurückgehalten, sie erfolgt langsamer als die Verdichtung der Gase, es müssen sich desshalb solche Kohlenstoffansammlungen mit Leichtigkeit ausbilden.

Je nach der Verschiedenheit der Gegend wechseln die sich an der Moorentwicklung betheiligenden Pflanzen. In den Mooren an der Düna in Polen, sowie in denen um Königsberg in Preussen nehmen *Eriken* (Heidekraut) Antheil an der Torfbildung, so dass manche Lager ziemlich viel Holz und Stängel davon enthalten; es mag dies auch in manchen Mooren auf dem rheinischen Schiefergebirge (Um-

---

*) v. Keyserling erwähnt der ausgedehnten schlammigen, beim Betreten schwankenden Tundren im Petschoralande in s. o. a. Schrift öfters.

gegend von Eitorf an der Sieg) der Fall sein, wo ich die Sumpfheide *(Erica tetralix)* an sumpfigen Orten sehr verbreitet fand.

Auf dem Schwarzwalde betheiligen sich entschieden niedrige Tannen *(Pinus sylvestris)* an der Torfbildung, indem sie sich weit über die Moose ausbreiten, mit ihren niedergebogenen Aesten darin stecken. An andern Orten wachsen Weiden und Erlen reichlich auf und in der Nähe von Hochmooren; am Taunus fand ich *Betula alba*, *Prunus padus*, *Daphne mezereum*, *Lonicera caprifolium* als vorherrschende Holzarten, Seggen, Farne, Sphagnen als Bodenbedeckung eines kleinen Hochmoores.

Die Hochmoortorfe haben im Allgemeinen folgende Eigenthümlichen:

1) Sie ruhen auf Sand, Thon oder zersetzem nach der Tiefe fester werdenden Felsgesteine.
2) Ihr Liegendes umschliesst sehr oft Wurzeln von Bäumen, welche selbst in den untersten Schichten des Torfes noch vorkommen.
3) Im Torfe selbst finden sich Strünke und Stümpfe von aufrecht stehenden und Stämme von umliegender Bäumen nicht selten. Die umliegenden Bäume erscheinen immer in abgeplatteter (ovaler) Form.
4) Die Masse des Torfes ist theils zur Unkenntlichkeit zersetzte Pflanzensubstanz (Moder) theils besteht sie aus Pflanzen, deren Struktur und Gestalt sich noch bestimmt unterscheiden lässt.
5) Schaalthierreste, Schneckenhäuser, finden sich in diesen Kohlen nicht, ebensowenig niedere oder höhere Wasserbewohner, dagegen Käfer, Larven und dann und wann Knochen eines Landthieres.
6) Wenn über einem in einer bewaldeten Thalebene liegenden Hochmoore der Waldschatten entfernt wird, sei es indem das Moor selbst die Waldbäume zum Absterben bringt, sei es durch Sturmwind oder Waldbrand, so wird die Fortentwicklung des Torfes unter-

brochen. Die Moose vegetiren noch einige Jahrzehnte aber indem die Oberfläche abtrocknet, siedeln sich Gräser und Kräuter an. Es werden von nahen ebenfalls ihrer Laubbedeckung entblössten, dem Regenschlag unmittelbar ausgesetzten Stellen, Schlammtheile übergeführt, es bildet sich ein erdiges Dach auf dem Moore. — Durch constante oder plötzliche Bodensenkung, wird dasselbe Ergebniss herbeigeführt und manche in Ebenen liegende Moore sind dadurch schon unter Meerbedeckung gelangt, so dass sich über ihnen marine Sedimente absetzen können. Manche Moore sind auch von Flug- und Dünensand verschüttet worden. Hochmoore, welche auf hohen Punkten gelegen sind, werden nur selten und durch ungewöhnliche Ereignisse mit Erde bedeckt. Es kann dies erfolgen durch Erdschlipfe, durch Anschwemmung in Folge heftiger ungewöhnlicher Regenentladungen, wenn noch höhere unbewachsene Berggipfel in deren Nähe sind, wie in den Alpen und andern Hochgebirgen, oder durch Ausbrüche von Vulkanen, welche vulkanische Asche, Tuff und Lava darüber schütten. Braunkohlenlager, welche die Eigenschaften der Hochmoorbildung besitzen, sind nicht selten, sie zeichnen sich aus durch grössere Reinheit der Kohle, durch deren geringeren Aschengehalt und durch Holzmassen, welche sich an einzelnen Stellen oder durch das ganze Lager reichlich vertheilt finden. Sehr oft enthalten sie Wurzeln von Farnen. In der Regel kommen sie vergesellschaftet mit Bildungen in offenen Sumpflachen, in offenen und überwachsenen Tiefmooren vor. Aus den vorhergehenden Schilderungen russischer Torfsümpfe ergibt sich, dass auch jetzt noch alle diese Bildungswege dicht zusammen gleichzeitig oder wenigstens periodisch, auf einander folgend von der Natur betreten werden.

Als ein sehr schönes Beispiel aus der Tertiärzeit nenne ich das Salzhausener Braunkohlenlager, von welchem ich in der

Paläontographika*) Abbildung und Profile veröffentlicht habe. Ueber einer Blätterkohle, welche in offenem Tiefmoore entwickelt alle Eigenthümlichkeiten der oben geschilderten Tiefmoortorfe besitzt, siedelte sich ein kleiner Wald von *Glyptostrobus europaeus* an, umgeben von einem unbewachsenen Hochmoore aus Moosen und Farnen. Dieser Hochmoortorf breitet sich unregelmässig über die Blätterkohle aus, überschreitet deren Grenzen an einigen Stellen, überwuchert endlich den versunkenen und zerbrochenen *Glyptostrobus*-Wald und begräbt ihn tief unter seine Modermassen. Endlich nehmen auf dem in einer kesselförmigen Vertiefung liegenden Hochmoore Gräser die Stelle der Moose ein; und schliesslich begräbt eine vulkanische Tuffschicht das Ganze. Auch die Braunkohle von Jägerthal**) in der Nähe von Romroth im Vogelsberge gehört in diese Kategorie, auch sie liegt auf einer Tiefmoorkohle, über sie hin fand aber Anspülung von Thon und wahrscheinlich Bedeckung durch Meeresfluth statt. Ganz ähnliche Braunkohlenlager kommen bei Karcha im Meissner Lande, bei Friedland in Böhmen, bei Muscau in der Lausnitz vor. Es finden sich solche im Westerwalde und am Habichtswalde.

Dass ich die Steinkohlenlager in deren Liegenden sich Wurzelstücke verschiedener Pflanzen (Stigmarien) finden dazu zähle, habe ich schon vorher ausgesprochen.

Schliesslich erwähne ich noch des Zustandes eines, in einer vor Kurzem entwaldeten Gegend vorhandenen Hochmoores, welches sich im Thale zwischen Suksunsk und Slatustowo an dem Hauptwege von Perm nach Jekatharinburg befindet. Es ist völlig ausgetrocknet und hat eine leichte schwarze Erde geliefert, welche mit dem fruchtbaren „Tschornozem“ der südlichen Gegenden Russlands übereinstimmt.

---

*) Palaeontographica. Herausgegeben von H. v. Meyer, Cassel bei Th. Fischer. Band VIII Tafel 7.

**) Notizblätter des Vereines für Erdkunde. 1860.

3) Entstehungsgeschichte von Braun- und Steinkohlenlagern in allen Formationen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet meine Ansichten über die Entwicklung von Braun- und Steinkohlenflötzen, in kurzen Sätzen nochmals zusammenzufassen.

1) Alle bauwürdigen Stein- und Braunkohlenlager sind auf dem Festlande, in gemässigtem oder kaltem Klima, an dem Orte, an welchem wir sie finden in Mooren angewachsen; keins ist im Meere und keins durch Anschwemmung von Holz oder Torfsubstanz gebildet worden

Der Torf und dessen Zersetzungsprodukte Braun- und Steinkohlen entstehen vorzugsweise aus kleinen am Boden, im Feuchten, wachsenden Moosen, Flechten, Licopodien, Farnen und Gräsern. Die Mitwirkung höherer Bäume ist nur des Schattens wegen, welcher dem Boden die nöthige Feuchtigkeit erhält, nothwendig; das Vorkommen ihrer Reste in jenen Kohlenstoffansammlungen erklärt sich daraus ganz einfach. Auf Höhen und im Norden, wo Luft und Erde aus andern Gründen hinlänglich feucht sind, um die Moosvegetation zu unterstützen, kann diese allein ohne Beihülfe beschattender Wälder, die Contensation der atmosphärischen Gase zu Pflanzenstoff beziehungsweise Torf, Braun- und Steinkohle bewirken.

Die Verdichtung der Kohlensäure, des Wasserstoffs, Stickstoffs und Sauerstoffs in den Zellen der Conferven, Moose, Flechten, Farne und Gräser allein aber würde noch keine Kohlenflötzen hervorbringen, wenn nicht die Wiederauflösung der abgestorbenen Pflanzen in den gasförmigen Zustand verzögert würde. Die Verwesung wird aber in Berührung mit Luft, fliessendem Wasser, Licht und namentlich auch bei höheren Wärmegraden beschleunigt. Die Kohlenstoffanhäufung setzt sohin eine wenigstens gemässigte Temperatur, ein feuchtes Klima, stagnirendes Wasser und Beschattung voraus. Treffen diese Bedingungen zusammen, so

entwickeln sich wie in den russischen Wäldern und in der nördlichen Tundra mächtige sehr ausgebreitete Lager. Werden solche von gewöhnlich kaum beachteten Pflänzchen hervorgebrachten Torflager durch Bodensenkungen oder auf andere Weise von Sand, Thon, Schlamm bedeckt, so müssen sie nach dem chemischen Gesetze allmählig in Braunkohle und endlich in Steinkohle übergehen.

Wenn die, den Wurzeln der Moospflänzchen zunächststehenden Blätter absterben, sprossen an den Spitzen neue hervor. Die Wurzeln und Stämme werden dadurch in einem sehr dichten Pflanzenmoder versenkt, auf welchem die ausgestreuten Sporen der Saamenkapseln Wurzel schlagen und zu neuen Pflänzchen heranwachsen. Die Schwere der obern Pflanzentheile, auffallender Regen, die winterliche Schneedecke pressen den zwischen den Stämmchen angesammelten Pflanzendetritus zu einer festen Masse, welche dem Eindringen der säuernden und zersetzenden Atmosphäre mehr Wiederstand leistet, als der locker liegende Pflanzenmoder.

Findet die Kohlenstoffansammlung in überwachsenen Tiefmooren statt, so wird der niederfallende Pflanzenschlamm theils durch die dichte schwimmende mit Bäumen besetzte Moosschicht, theils durch das an Extraktivstoffen reiche unbewegte Sumpfwasser gegen die auflösende Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes geschützt. Es entstehen auf der schützenden Moosdecke durch Anspülung oder Windwehen dünne Schlammlager, welche den Luftabschluss vervollständigen und sich als dünne Letterschichten in den Kohlenlagern selbst kenntlich machen. Die solcher Maasen eingehüllte Pflanzensubstanz gährt dann in sich selbst zu dem was wir Kohle nennen aus.

Wenn dagegen der Pflanzendetritus in offenen Sümpfen oder in solchen, welche nur durch eine schwache Bedeckung schwimmender Conferven von der Atmosphäre getrennt sind, niederfällt, so geräth er leicht in Verwesung und wird grossen Theils wieder in die Luftform zurückgeführt. Die Wiederauflösung in die Luftform muss wohl im Meere stattfinden,

weil dieses durch Ebbe und Fluth beständig bewegt, den leichten flottirenden Moder gar nicht zur Ruhe gelangen lässt, sondern stets der säuernden Oberfläche zuführt. Dass Treibholzanspülungen lockere Haufwerke von Pflanzenstoff darstellen, deren Zwischenräume von Thon, Sand, niemals aber von Pflanzenmoder eingenommen werden können, glaube ich im ersten Abschnitte dieser Abhandlung dargelegt zu haben.

Die Ansicht als ob das fliessende Wasser schon fertige Torfsubstanz aufspülen und an einem andern Orte unvermischt wieder zum Absatze bringen könnte, ist von Einigen zur Erklärung von Kohlenlagern ausgesprochen worden. Beim Bersten der Hochmoore können Pflanzenschlammergüsse wohl in fliessende Gewässer gerathen; wo solche aber beobachtet wurden verlor sich der modrige Torf und dünne Schlamm im Wasser der Flüsse; es gingen daraus mit Erde vermischte, also kohlenhaltige Thon- oder Sandlager hervor. Die hier und da auftauchende Voraussetzung, dass zu gewissen Zeiten die Pflanzen auf Erden vorherrschend gewesen seien, sich endlich selbst den Untergang bereitet hätten und dass alsdann nach gewaltsamen Ereignissen Kohlenstoffanhäufungen an einzelnen Stellen angeschwemmt worden seien, wiederlege ich nicht. Sie wiederstreitet nach meiner Ueberzeugung dem Naturgesetze, wornach zu jeder Zeit das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Ausdrucksweisen in denen sich die Elemente zu Mineral, Pflanze und Thier darstellen, eingehalten wird. Eine reiche Flora setzt eine reiche Fauna voraus. Wenn in überwachsenen Tief- und in Hochmoortorfen thierische Reste fehlen und in allen Sumpfbildungen heutigen Tages nur eine verhältnissmässig sehr geringe Anzahl von Pflanzen- und Thierspecies eingeschlossen werden, so mag dies auch in früheren Perioden der Fall gewesen sein. Ein Schluss aus den jetzigen Torfpflanzen auf die heutige Vegetation der gesammten Erdoberfläche oder nur der nächsten Umgegend, würde ganz zu denselben Ergebnissen führen, als diejenigen sind, welche man aus der geringen Anzahl von Steinkohlenpflanzen auf die Art der Pflanzenbekleidung in

jenen früheren Erdentwicklungsepochen abgeleitet hat. Wenn wir in Torfmooren nur selten und wenige Süsswasser- und luftathmende Landthiere fanden, so berechtigt uns das keineswegs zu der Annahme, als ob heute das Thierleben auf Erden sehr zurückgedrängt sei. Auch in der Steinkohlenformation sind bekanntlich in den letzten Dezennien manche Funde gemacht, welche die Ansicht, als ob die Zusammensetzung der Atmosphäre damals nur wenige oder gar keine luftathmende Thiere gestattet habe, geradezu wiederlegen. Die in den Kohlen vorkommenden Insekten, Schnecken, Wirbelthiere bestätigen nur einfach, dass auch damals vorzugsweise das Feuchte liebende Thiere in die Sümpfe geriethen und darin begraben wurden. Bei Betrachtung der russischen, namentlich der uralischen Steinkohlenformation, wird sich zeigen, wie gering die Anzahl der Pflanzenarten ist, welche in jenen nördlichen Breiten in der Steinkohlenperiode die Torfmoore umstanden. Es wird durch deren Vergleichung mit denjenigen, welche in Kohlenflötzen südlicherer Gegenden aufgefunden wurden, die Behauptung, dass schon in jenen frühen Epochen klimatische Unterschiede, ähnlich denen unsrer Tage auf dem Erdballe bemerklich waren, gestützt werden.

Es ist sehr beachtenswerth, dass in den nördlichen Steinkohlen, an der Ruhr, in Belgien, am Harze, in Thüringen, Nieder- und Oberschlesien und Russland noch keine Spuren von krokodilartigen Thieren bemerkt wurden, welche sich in südlicheren schon zeigten; dass die von mir in der Begleitung der uralischen Kohlen aufgefundenen Süsswassermuscheln von ausserordentlicher Kleinheit sind, während die in den südlicheren, den schlesischen, harzer, thüringer, ruhrer Steinkohlenschichten sich findenden zum Theil schon ziemliche Grösse erlangen; dass sich die letzteren von den gleichen Thiergattungen der späteren Epochen, (Wälderthon, Tertiär- und Quartärformation) wohl durch ihre Form weniger aber durch ihre Kleinheit unterscheiden. Die Fauna der uralischen Steinkohlenformation ist sehr arm, reicher ist schon die der thüringer und harzer Schichten, am reichsten die der

westphälichen (ruhrer)*). Da auch in unsern Tagen unter dem 59. Grade nördlicher Breite weniger Schneckenarten und diese in kleinern Individuen leben, als unter dem 50. und 52. Grad nördlicher Breite, so leite ich aus den erwähnten Thatsachen die Folgerung ab, dass die uralischen Steinkohlenflötze in einem verhältnissmässig kältern Klima angewachsen sind, als die westphälischen, welches entweder durch tieferes Eindringen nordischer Meere in den alten Continent oder durch grössere Erhebung der Torfmoore über das Meeresniveau bedingt war. Eine weitere Unterstützung findet diese Ansicht durch die Grösse und Artenzahl der Pflanzen, welche sich in Begleitung der Kohlen finden. Die Pflanzen der uralischen und tulaer Steinkohlenformation sind klein, die Stämme und Wurzelstücke sehr dünn (3 bis 5 Zoll), niemals von dem oft collossalen Umfange, welchen man in südlichern Lagern der Art findet. Man entdeckte bis jetzt nur 6 bis 7 Arten Calamiten, Licopodiaceen und Coniferen, was keinen Vergleich mit den hunderten mannigfaltiger Gewächse aus der deutschen Steinkohle aushält. Die Verbreitung der marinen Steinkohlenformation in Russland und Deutschland überzeugt uns, dass die uralischen und tulaer Steinkohlensümpfe am Ufer einer nach Norden offenen, die ruhrer und belgischen dagegen am Ufer einer nordwestlich geöffneten Bucht des

---

*) Soweit ich ermitteln und durch Vergleichnng der Originale feststellen konnte, enthält:

die uralische Steinkohlenformation 2 Anodonten (nur 2 Ctm. lang) 1 Cyclade (sehr klein), zusammen . : . . . 3 Arten

die schlesische Steinkohlenformation 2 Unionen, 1 Anodonte, 1 Dreissenia, zusammen . . . . 4 „

die sächsische Steinkohlenformation 2 Unionen, 1 Anodonte 1 Cyclade, zusammen . . . . 4 „

die thüringische Steinkohlenformation 3 Unionen, 3 Anodonten, 1 Cyclade (sämmtlich klein), zusammen . . . 7 „

die harzer Steinkohlenformation 1 Union, 2 Anodonten, 1 Cyclade, zusammen . . . . 3 „

die westphälische Steinkohlenformation 8 Unionen, 7 Anodonten, 4 Cyclade, 4 Dreissenien, (sämmtlich gross, dabei von 6 Ctm. Länge), zusammen . . . . 23 „

Oceans lagen*) während die saarbrücker, harzer, thüringer, zwickauer, schlesische und böhmischen Steinkohlenbassins im Lande zerstreute Süsswassersümpfe darstellten.

2) Alle Torf-, Braun- oder Steinkohlenschichten sind sehr allmählig aus kleinen, im Feuchten und langsam wachsenden Pflanzen entstanden, keins ist Product eines gewaltthätigen Ereignisses, einer Fluth oder Erdrevolution. Vulkanische Ereignisse haben keinen Antheil an der Kohlenstoffansammlung.

Die kleinen Pflänzchen, welche in den Torfmooren aller Art die atmosphärischen Gase zu Blätter- und Holzzellen verdichten und dadurch die Urheber der Torfschichten werden, wachsen sehr langsam. Ihre Entwicklung wird durch niedrige Temperatur weniger als durch Mangel an Feuchtigkeit gestört, sie wachsen in geeignetem feuchten Klima noch fort, wenn höhere Pflanzen schon verkümmern oder ruhen; sie haben eine weit längere Vegetationszeit als höhere der Wärme benöthigtere Pflanzen. Dennoch wird der Zuwachs der Moose kaum mehr als drei pariser Linien in einem Jahre betragen. Wenn bei der Umwandlung in torfartigen Moder nur etwa ein Dritttheil des ursprünglichen Volums übrig bleibt, so würde ein Hoch- oder überwachsenes Tiefmoor jährlich nur um eine Linie dicker werden.

Vom Torfe zur Braunkohle**) findet nun noch eine weitere Zersetzung und erhebliche Volumverminderung statt, welche bei der Weiterverwandlung in Steinkohle noch viel beträchtlicher ausfällt; so dass für letztere kaum ein Jahreszuwachs von ein Zehntel Linie angenommen werden dürfte.

Braunkohlenflötze von 10 Fuss Dicke würden sohin schon ungefähr 3000 Jahre zu ihrer Entwicklung brauchen, solche von 20 Fussen aber 6000 Jahre; Steinkohlenschichten von 10 Fussen 15000 Jahre u. s. w.

---

*) Auerbach und Trautschold die Steinkohlen im Gouv. Tula.

**) R. Ludwig, das Wachsen der Steine. Darmstadt bei Jonghaus.

Wenn wir also wie in manchen Bassins 4, 5, 6 und mehr Kohlenflötze von 5, 10, 20 und mehr Fuss Dicke auf einander folgen sehen, so müssen wir zu deren Bildung hunderttausende von Jahren voraussetzen. Die Zeiträume, welche zur Bildung der die Kohlenflötze trennenden Schlammlager, erfordert wurden, entziehen sich der Schätzung, sie waren aber ohne Zweifel ebenfalls sehr lange dauernde. Inzwischen bewirkten innere Entwicklungsprocesse des Erdkörpers, als die Krystallisation amorpher Sedimente, deren Uebergang in krystallinische Silikatgesteine oder Ausspülung durch Quellen grosse Veränderungen in der Vertheilung des Festlandes und des Meeres. Diese Veränderungen wirkten auf den Lauf der Meeresströmungen zurück und veränderten die Lage der Jsothermenlinien und der Vegetationskurfen; sie verursachten klimatische Zustände, welche je nach ihrer Richtung vernichtend oder fördernd für die Flora und Fauna der Länder waren. Aus diesem Grunde sehen wir in einer und derselben Kohlenformation (Kohlenbassin) die Pflanzenspecies sich von der Tiefe nach der Höhe allmählig verändern.

Der Torf, aus dessen allmähliger Umwandlung Braun- und Steinkohle entstehen, ist an den Boden gewissermassen festgewachsen. Starke Wasserfluthen gleiten über die ihn schützende Pflanzendecke weg, ohne ihn losreissen zu können; sohin wird nur sehr selten ein Torfmoor durch einen Stromeinbruch zerstört werden. Alsdann aber mischt sich der Humus oder Torfmoder mit den erdigen Bestandtheilen, welche die Fluth mit sich führt um sich anderwärts als ein kohlenstoffhaltiger Sand oder Thon abzusetzen. Durch Ströme und Fluthen aus- und abgenagte Steinkohlenflötze kommen in Oberschlesien, Sachsen und anderwärts zuweilen vor; oft ist die Breite des alten Flussbettes noch zu constatiren. Erdbeben und vulkanische Ausbrüche können wohl die Verschüttung von Torfmooren durch Erde, Asche und Lava niemals aber die Anhäufung von Kohlenlagern selbst bewirken.

3) Nur die Torflager, welche mit Erde bedeckt wurden, können sich zu Braun- und Stein-

k o h l e n f l ö t z e n u m ä n d e r n, d i e j e n i g e n, w e l c h e u n b e d c k t a n d e r O b e r f l ä c h e v e r b l e i b e n, v e r - w e s e n, s o b a l d s i e t r o c k e n g e l e g t w u r d e n u n d b i l d e n e i n e n h u m u s r e i c h e n B o d e n.

Wenn Torflager durch Entwaldung des Terrains und gleichzeitig durch Entwässerung der Untergründe in ihrer Fortentwicklung gestört werden, so verwandeln sie sich in eine trockene, lockere Substanz auf welche die Atmosphärilien allmählig auflösend einwirken. Es entsteht aus dem Torfe ein humusreicher Boden, der nach einiger Zeit sehr fruchtbar und für den Ackerbau ergiebig wird. In allen Gegenden Deutschlands sind solche humusreiche Bodenarten bekannt, sehr verbreitet kommen sie in den Donauländern vor. Im Anfange, kurz nach der Austrocknung der Torfmoore ist der Boden natürlich noch sehr sauer und desshalb dem Wachsthume der Getreidearten nachtheilig; nach einer längern Zeit aber, nachdem die Pflanzensubstanz in ihm mehr zerstört ist, unterstützt er die Pflanzenvegetation nachhaltig. In Russland findet sich solcher hummusreiche Boden allerwärts, wo durch Abholzung Hochmoore trocken gelegt sind, man legte ihm dort den Namen T s c h o r n o z e m bei.

Wenn Torflager nur mit einer dünnen Erdschicht und namentlich von sandiger Erde verschüttet wurden, so konnte die Atmosphäre den Pflanzenmoder leichter erreichen. Sie säuerte die verbrennlichen Substanzen, die Schwefelmetalle, welche etwa im Torfe entstanden waren, wurden zu Vitriolen die zur Bildung von Gyps, Brauneisenstein, Kupfermalachit u. d. m. Veranlassung gaben; der Moder wandelte sich in Wasser- und Kohlensäure um, während die Aschenbestandtheile der Pflanzen allmählig die Oberhand erlangten. Die Steinkohlenflötze des Gouvernements Tula und Kaluga*), welche fast horizontal in ihrer ursprünglichen Lagerung, nur von dünnen Erdschichten bedeckt sind, haben dadurch einen Aschengehalt von 20 bis 83 Procent erlangt. Manche Steinkohlenflötze Oberschlesiens sind, nur von dünnen Sandlagern

*) Auerbach und Trautschold v. a. S.

bedeckt, durch diese allmählige Verbrennung stellenweise, immer aber in den nach oben gekehrten Schichten, in Asche umgewandelt worden. Die malachitführenden Sandschichten des permischen und böhmischen Rothliegenden verdanken dem gleichen Prozesse ihre jetzige Beschaffenheit, worauf ich im ersten Hauptabschnitte dieser Schrift schon hingewiesen habe.

Nur wenn eine Torfschicht vollständig bedeckt von luftdichteren, thonigen oder wasserhaltigen, sandigen Schichten im Feuchten der weitern Gährung in sich selbst überlassen bleibt, so wandelt sie sich unter Abscheidung von Wasser und Kohlensäure zu Braunkohle um, aus der durch weitere Verluste an den genannten Verbindungen endlich Steinkohle entsteht. Aus der Steinkohle entweichen dann meistens nur Kohlenwasserstoff-Verbindungen, welche den Bergbau bekanntlich so sehr gefährten. Sie nimmt mit der Zeit bei beträchtlicher Verminderung des Volums an Kohlenstoffgehalt zu und wird endlich Anthrazit und Graphit. Die Rollen, welche bei diesen chemischen Vorgängen Feutigkeit, Druck und Wärme unter vollkommenem Abschlusse der Luft übernehmen, hat Daubrée*) durch das Experiment klar gestellt. Er erzeugte in einem hermetisch geschlossenen Raume bei Gegenwart des auf 400° Cels. erhitzten Wassers aus Holz den vollkommensten Anthrazit. Es ist allgemein bekannt, dass Kohlenflötze durch Selbstentzündung in Gluth und Brand gerathen und dabei die umgebenden Gesteine fritten und schmelzen; es ist bekannt, dass innerhalb der Kohlenflötze höhere Temperaturen herrschen als in dem sie umgebenden Gesteine. Beide Thatsachen weisen auf eine in der Substanz der Kohlenlager vorhandene Wärmequelle hin, die in langen Zeiträumen wirksam, wohl genügen möchte aus Torfsubstanz Braun- und Steinkohle zu produciren. Damit sind aber Volumverminderungen verbunden, welche Senkungen des Dachgesteines veranlassen.

---

*) Experimentelle Versuche über die Metamorphose der Gesteine übersetzt von R. Ludwig. Darmstadt bei G. Jonghaus 1859.

In der Tertiärformation kenne ich unter andern die Braunkohlen von Salzhausen, Bilin, Aussig, Leoben aus eigener Anschauung. Sie umschliessen sämmtlich Pflanzenreste, welche als Leitversteinerungen für die Oligocänformation gelten, die grosse fast vollständige Uebereinstimmung dieser Pflanzenreste berechtigt zu der Annahme, dass diese Kohlenlager gleichzeitig gebildet wurden.

Salzhausen liegt am Vogelsberge unmittelbar an mächtige Basaltlaven grenzend, allseitig davon umgeben; dasselbe ist bei Bilin und Aussig im böhmischen Basaltgebiete der Fall. Die Münzenberger Braunkohlen bei Leoben in Steiermark aber liegen fern von jedem vulkanischen Gesteine.

Dennoch blieben die Salzhäuser Braunkohlen unter einer sandigen Thondecke ruhend fast Torf, die nicht von Lava bedeckten aber unter dichtem plastischen Thone ruhenden von Bilin wurden zu einer fast steinkohlenartigen Pechkohle, nicht weniger die in dichten kalkigen Sandstein eingeschlossenen von Leoben und manche der zwischen vulkanischen Tuffen ruhenden von Aussig, während andere dieser Gegend Böhmens eine mehr erdige Beschaffenheit behielten. In diesen Fällen haben offenbar nur in der Zusammensetzung der Kohlenflötze selbst und in der Art des festeren, dichteren oder lockeren Nebengesteines beruhende Ursachen die verschiedenen Grade der Umwandlung bewirkt, nicht die Zeit allein, viel weniger die vulkanische Hitze.

In der Rhön liegen bei Bischofsheim Beispiele vor, welche beweisen, dass die Einwirkung der basaltischen Lava auf Braunkohlenflötze selbst beim Durchbruche und Durchfliessen sehr gering gewesen sein muss. In der Braunkohlengrube am Bauerberge sahe ich 1848 die untere erdige Braunkohle eines alten Tiefmoores in der unmittelbaren Nähe eines 5 bis 6 Fusse dicken Basaltganges ganz unverändert, nur die im oberen Theile des Lagers vorhandenen Holzstämme haben in Berührung mit dem Basalte ihre Holzstruktur verloren, welche sie 4 bis 5 Fusse davon entfernt noch vollkommen besitzen und sind in eine schlackige, koaksähnliche Substanz umgewandelt worden. Das Braunkohlenlager

am Bauerberge befindet sich unter einer ziemlich mächtigen Thonschicht, über welche ein, mit jenem Gange zusammenhängender dicker Basaltlavastrom ausgegossen ist. Es war also wohl längst vorhanden und vom Thone bedeckt, als jene Lava es durchbrechend sich darüber ausbreitete. Die Bischofsheimer Kohle ist oligocän, gleich alt mit der Salzhäuser, sie ist zum Theil locker, feinerdig, zum Theil bricht sie wie viele hessische Kohlen (Habichtswald, Gross-Allmerode, Meisner, Knüll) in Stücken.

4) Die mit den Kohlenflötzen vorkommenden Erzlager, ebenfalls Sumpfbildungen, entstanden aus der Einwirkung der Moose und anderer Pflanzen auf Metallsalze enthaltende Flüssigkeiten.

Es ist allgemein bekannt, dass Diatomeen Eisenoxydhydrat aus eisenhaltigem Wasser niederschlagen, auch bedarf es kaum einer Erinnerung an die in den sibirischen Mooren durch Moose bewirkten Eisensteinbildungen. Ebenso bekannt sind die Processe, welche den Vitrioltorf in der Nähe von Neisse hervorgerufen haben, welchen die permischen und böhmischen und viele andere kupfererzführende Lager ihren Gehalt an Schwefelmetallen verdanken und dass auch hier Pflanzen bei der Fixirung der metallischen Bestandttheile theils durch Reduction, theils durch Schwefelung thätig gewesen sind.

In Westphalen kommen die meisten Kohleneisensteinflötze gemeinschaftlich mit Steinkohle in einem Lager vor. Ich kenne selbst aus den crystallinisch gewordenen Sphärosideritflötzen bei Hattingen an der Ruhr deutliche Sigillarien und sehr wohl erhaltene Fructificationen von Calamiten. Alle Sphärosideritflötze ruhen auf 1 bis 2 Fuss dicken Kohlenlagern mit denen sie innigst zusammenhängen. Sie sind also ohne Zweifel in demselben Apparate gebildet worden, in welchem die Pflanzen zu jenen Kohlenlagern wuchsen. In der schlesischen Kohlenformation finden sich Brauneisensteine und Sphärosiderite, welche nach allen Richtungen von Pflanzensubstanz in deutlich erkennbar gebliebenen Formen durch-

wachsen sind, ganz gleiche Bildungen kommen in der Tertiärformation bei Montabauer im Nassauischen*), bei Bonn und Siegburg vor. Sie sind meistens mit Braunkohlenlagern vergesellschaftet und wohl auf dieselbe Weise entstanden wie die ausgedehnten Raseneisenerzlager, welche die hannöverschen Torfmoore umsäumen.

5) Die Anordnung der Kohlenflötze in grösseren und kleineren Mulden, ist bedingt durch ihre Entstehung aus Torf, welcher in Morästen wuchs. Später eingetretene Lagerungsstörungen haben diese Mulden tiefer eingebogen, geknickt, gefaltet, zerrissen.

Die Steinkohlen- und Braunkohlen-Torfmoore hatten, wie sich an manchen, in der ursprünglichen Lagerung noch ziemlich ungestört gebliebenen, nachweissen lässt, im Allgemeinen mit den heutigen Torfmooren übereinstimmende Gestalt und Einrichtung. Es entstanden darin Kohlenstoffanhäufungen von ungleicher Stärke und Zusammensetzung übergehend in Brandschiefer und Eisenstein, mit Zwischenlagern von Schlamm und Sand, auf ebenerm und unebenerm Boden. Es entwickelten sich in jenen mehr oder weniger ausgedehnten Sümpfen um hineinragende Landzungen, hervorstehende inselartige Erhöhungen kleinere und grössere Kohlenflötze, sammelten sich darüber auf verschiedene Weise Anschwemmungen erdiger Massen, theils mit Landpflanzen, theils mit Süsswasserthierresten und wuchsen auf diesen aufs Neue Torfmoore an.

Alle diese Erscheinungen finden wir bei den verschiedenen Torfbildungen wieder; sie verlangten aber zu ihrer Entwickelung sämmtlich ausserordentlich lange Zeiträume, was auch bei allen andern Sedimentbildungen der Erde, mögen sie nun über Conferven, Diatomen und Moose präzipitirte oder von Korallen aufgebaute mächtige Kalklager oder Kiesel- und Mergelanhäufungen, oder mit Austernbänken, Strand-

*) R. Ludwig über die fossilen Pflanzen aus der Tertiärformation des Westerwaldes. Paläontographica Band VIII.

und Hochseebewohnern u. s. w. erfüllte Schlamm-, Thon- und Sandablagerungen betreffen, vorausgesetzt werden muss.

Schon während der Entstehung der Braun- und Steinkohlenflötze fanden Bodensenkungen statt, welche die Gestalt der Mulden und damit die Lager vielfältig änderten. Die Bassins wurden vertieft, die Muldenränder aufgebogen, durch Sprünge zerrissen. Dazu gesellten sich die localen Senkungen, welche aus der Volumverminderung bei der Umwandlung der Torfsubstanz in Braun- und Steinkohle selbst hervorgingen, wodurch wellenförmige und im Zickzack gebogene Schichtenstellungen entstehen konnten. Hebungen, Aufquellung des Nebengesteines waren später im Stande noch viele tief eingreifende Zerreissungen, Faltungen, Verschiebungen der Kohlenschichten zu bewirken*). Die Kohlenflötze unterlagen in dieser Beziehung denselben Krafteinwirkungen, welche auch andere Sedimente in ihrer ursprünglich flachern Lagerung störten. Wo die unter der Kohle liegenden Gesteine nur geringe Hebungen und Umwandlungen erlitten, da blieben die Steinkohlenflötze wie in Russland, Oberschlesien, Sachsen, Böhmen, am Harz, ziemlich wagrecht liegen; wo sie wie in Westphalen, bei Aachen, Saarbrück, in Belgien, wiederholt Hebungen und Senkungen zu bestehen hatten, da bogen sich die Schichten in stärkere Falten; wo sich, wie in den Vogesen, im Schwarzwalde, am Riesengebirge und in Mähren aber ihre Unterlage sehr bedeutend änderte, wurden sie sehr steil aufgerichtet, zerrissen und zum Theil sogar umgewendet, dass ihr Liegendes zu oberst kam. Auch bei Braunkohlenflötzen bemerken wir solche Lagerungsstörungen. Die steierische Braunkohlen (Leoben) stehen steil aufgerichtet, weil ihre Unterlage durch den in ihr vorgehenden Krystallisationsprozess aufquoll, während die norddeutschen und hessischen noch fast horizontal liegen.

*) R. Ludwig, die Steinkohlenflötze nächst Offenburg im Schwarzwalde, Abhandlung der geologischen Reichsanstalt, Wien 1859. Die Offenburger Steinkohlenflötze sind durch die Umwandlung des Nebengesteines in krystallinischen Gneus in fast senkrechte Lage gebracht und sehr bedeutend zusammengepresst worden.

Ich habe kaum nöthig an die durch Metamorphismus, Hebung und Senkung bewirkten Lagerungsveränderungen anderer Sedimente aller Formationen zu erinnern, hinzuweisen auf die mannigfachen Störungen des Schichtenbaues, welcher sich in der Nähe krystallinisch gewordener Massen in der Umgebung des Harzes, des Riesengebirges, der Alpen, des Ural und anderer Gebirge bemerklich macht, ich führe diese Erscheinungen nur an, um in Erinnerung zu bringen, dass sich den die Erdoberfläche umgestaltenden Gewalten die Kohlenstoffablagerungen nicht entziehen konnten.

Ueber Eisenstein- und Kupfererzbildung im Ural

und in andern Gegenden Europa's;

ein Beitrag

zur Entwickelungsgeschichte der Erzlager.

Einleitung.

I. Die Metalle auf ursprünglicher Lagerstätte oder über die Entstehung und das Vorkommen der metallischen Bestandtheile in neugebildeten Felsarten.

A. In Laven und vulkanischen Auswürflingen.

B. In Sedimenten.

1) Ablagerung der Schwefelmetalle in neugebildeten Sedimenten.

2) Ablagerung der Metalloxyde und Carbonate in neugebildeten Sedimenten.

Eisenoxydhydrat über Moose im Ural, in Böhmen, über Diatomeen im Nauheimer Sprudel und in andere Sauerquellen, im wetterauer und rheinischen Tertiärgestein; kohlensaures Eisenoxydul im rheinischen Tertiärgestein, im Jura der Wesergegenden, im Todtliegenden der Wetterau, in der deutschen Steinkohlenformation, in der Silurformation Oesterreichs.

II. Die Metalle auf secundärer Lagerstätte oder über die Entstehung von Erzlagern durch den Stoffwechsel in den Gebirgsschichten.

A. Umwandlung der Gesteine in sich, wobei sich ihre einzelnen Bestandtheile aus den früheren Verbindungen lösen und mit von aussen hinzugekommenen Stoffen Erzlager bilden.

Eisenocker auf Serpentin, Eisenstein auf Basalt, Dolerit und Melaphyr, Eisenstein auf den Schichten des rheinischen Schiefergesteines, Eisenstein aus Kieselschiefer entstanden, Manganoxyde im Kieselschiefer, Eisenoxyd im Eisenspilit, Magneteisenstein bei Auwal in Böhmen, Brauneisenerz von Kiselowsk und Nischni-Parogi. Kupferlasur nnd Malachit im Kieselschiefer bei Dexbach, solche Lager im Rothliegenden von Perm' bei Nischni-Tagilsk, Gumeschewsk, Werch Jssetsk, Kirgisensteppe. Gold- und Platinseifen.

B. Umwandlung der Gesteine von aussen, wobei durch Zuführung von metallischen Stoffen Erzlager hervorgerufen werden.

Oberflächen-Bildung durch Stoffwechsel. Brauneisenstein im Ural und im Gouvernement Tula auf Produktuskalk; Braun- nnd Rotheisenstein auf devonischem Kalke in Deutschland; Brauneisenstein und Sphärosiderit im deutschen Zechsteine; Brauneisenstein in der oberschlesischen Trias; Brauneisenstein in der norddeutschen Kreide, Bohnerze in dem rheinischen Tertiärgestein.

Bildungen durch den Stoffwechsel unter Bedeckung vermittelt. Sphärosiderit im Devonischen bei Ruppichterode. Galmei in Höhlen des Muschelkalkes bei Wiesloch Scharlei. Bleilager bei Tarnowitz. Braunsteinerze auf devonischem Kalke an der Lahn, Sphärosiderit im Litorinellenkalke. Oolithische Tertiärkalke und Oolithe in andern Formationen zur Erklärung oolithischer Eisenerzlager. Eisenoxydlager im devonischen Kalke Deutschlands. Rotheisenstein der Grube Glücksberg bei Oberscheld. Dergleichen in den nassauischen Lahn- und Dillgegenden, Magneteisenstein von Hirzenhain, Sphärosiderit von Siegen, Olpe und Neuwied, Oolithe der Juraformation. Eisenstein zwischen Melaphyr und Sandstein im Domberge bei Suhl. Magneteisenstein von Nischni-Tagilsk, andere Eisensteinlager im krystallinischen Silikatgesteine.

Der Erdkörper oder doch mindestens dessen Rinde, so weit sie der Beobachtung zugänglich ist, besteht aus einer gewissen Anzahl von Elementarstoffen, welche eben in ihrer Gesammtheit dem von uns bewohnten Planeten seine Eigenthümlichkeiten geben. Diese Elementarstoffe, deren man 63 kennt, vertheilen sich wahrscheinlich über alle das Erdsphäroid zusammensetzende Gesteinmassen, aber wie das Mengenverhältniss, mit welchem sie an der Bildung des Ganzen betheiligt sind, sehr verschieden ist, so sind sie auch in den Gesteinen selbst in sehr abweichender Menge vertreten. Wie in der Atmosphäre der Erdkugel, der Stickstoff, so herrscht in der rigiden Rinde derselben der Sauerstoff; es folgen dann unter den Säurebildern Kiesel, Kohlenstoff, Wasserstoff, Schwefel, Chlor, Phosphor in mannigfaltigen Verbindungen, während Jod, Fluor, Bor, Tellur, Selen und Brom in nur sehr kleinen Quantitäten vorkommen. Unter den, die basischen Erden bildenden Elementen sind Aluminium, Kalzium, Magnesium vorherrschend, ihnen schliessen sich Natrium, Kalium, Baryun, Magnesium an, während Lithium, Strontium u. s. w. nur selten in kleinen Mengen wiewohl sehr verbreitet vorkommen. Die verschiedensten Verbindungungen von Sauerstoff, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Schwefel, Arsen, Chlor, Wasserstoff, Kalzium und Magnesium setzen im Vereine mit Kalium und Natrium die vorwiegende Masse der Erdrinde zusammen, in welcher die übrigen, namentlich die metallischen Elementarstoffe in verhältnissmässig ganz

geringer Menge zerstreut sind. Unter den Metallen ist das Eisen entschieden vorwaltend; es betheiligt sich an der Mischung der Gesteine. Ihm folgen Magan, dann Kupfer, Zink, Blei, Zinn, Silber, Gold, Quecksilber, Platin u. s. w. Manche Metalle verbinden sich vorzugsweise gern mit Sauerstoff, andere mit Schwefel, Arsen, Chlor, Phosphor, andere kommen vorzugsweise metallisch vor.

Die Metalle werden von den Menschen hochgeschätzt, weil sie sich zu mannigfaltigen, zu dem verschiedensten Gebrauche dienlichen Werkzeugen verwenden lassen. Es ist desshalb begreiflich, dass sie von dem Menschengeschlechte zu allen Zeiten aufgesucht und verwendet worden sind. Die Felsmassen und Gesteine haben für die Metallgewinnung um so geringere Bedeutung, je umständlicher und kostspieliger die Darstellung des metallischen Stoffes aus ihnen ist, oder je leichter man sich denselben sonst verschaffen kann. Desshalb wird der Werth eines Gesteines je nach der Menge des in ihm vorhandenen Metalles und je nach der Qualität der Verbindung, welche es darin eingegangen ist, geschätzt und desshalb ist es das beständige Bestreben der, sich mit der Metallproduction beschäftigenden Gewerbtreibenden, sich möglichst reiche und für die Fabrikation passende Erzlager zu verschaffen.

Bei dem Studium der Natur fällt uns zumeist das Abhängigkeitsverhältniss auf, in welchem alle geschaffenen Dinge zu einander stehen. Die Naturanschauung belehrt uns, dass die metallischen Mineralien erst vielfache Umwandlungen in ihrer Mischung und mancherlei Veränderungen in ihrem Vorkommen erleiden mussten, ehe sie sich in abbauwürdigen Lagern und Gängen ansammelten, dass also der Naturprocess vorherher lange Zeiträume hindurch thätig sein musste, um das menschlichen Zwecken Dienende bereit zu halten. Es ist sohin zweifach lohnend die Art und Weise kennen zu lernen, wie die Naturkraft, die im Gestein zerstreuten Atome auf räumlich beschränkte Lagerstätten zusammenzog. Neben dem aus der Erkenntniss der Wege der Vorsehung entspringenden geistigen Genusse fällt uns noch der materielle Vor-

theil von selbst zu, welcher daraus entspringt, dass wir bei besserem Wissen die Erzlager mit weniger Aufwand an Geld und Zeit sicherer finden und ausbeuten werden.

Wenn wir die Bildung von Erzlagern zum Gegenstande unsrer Untersuchung machen, so müssen wir uns vorher mit der Form und der Art und Weise der Verbindungen vertraut machen, welche die Metalle in der Natur eingehen, wir müssen erkannt haben, welche Richtung sie bei dem, das Erdsphäroid ewig verjüngenden Stoffwechsel einhalten, theils um aus älteren Verbindungen sich zu entfernen, theils um unter den mannigfaltigsten äusseren Bedingungen neue einzugehen; alsdann erst können wir die Zusammenfügung der metallischen Atome zu eigentlichen Erzlagern erklären.

In welcher Gestalt und Verbindung die Metalle bei der Entstehung des Erdsphäroides vorhanden waren, kann schwerlich jemals erkannt werden; wir lassen diese Frage als für unsern Zweck völlig unerheblich offen und betrachten nur die Mischung und Form derselben in denjenigen Gesteinen, deren Entstehung unsrer Beobachtung zugänglich ist. Wir nehmen dabei vorzugsweise auf solche Gesteine Rücksicht deren Entstehung wir erleben und führen nur ähnliche Vorkommen in den älteren Felsarten als Belege dafür an, dass auch in früheren Zeitperioden das gleiche Entwicklungsgesetz Geltung hatte. Die Anordnung der Metalle in den älteren Gesteinen und die dabei vorgegangenen chemischen Processe bilden dann den zweiten Theil unserer Untersuchung.

I. Die Metalle auf ursprünglicher Lagerstätte oder über die Entstehung und das Vorkommen der metallischen Bestandtheile in neu gebildeten Felsarten.

Es entstehen unter unsern Augen sowohl sedimentäre als eruptive Gesteine, wir beschäftigen uns vorerst mit dem Vorkommen der metallischen Bestandtheile in beiden Reihen und beginnen mit

A. Den Laven und vulkanischen Auswürflingen.

Die Laven und vulkanischen Auswürflinge müssen für das Ergebniss der in den Tiefen der Erde stattfindenden chemischen Vorgänge gelten. Wenn wir bedenken, dass sämmtliche jetzt thätige Vulkane im Meere oder in dessen Nähe liegen, dass sich in der Nähe aller längst erloschenen Vulkane gewöhnlich unmittelbar unter deren Lavadecken, oder sogar damit abwechselnd, marine Sedimente vorfinden, dass also auch in früheren Perioden das Meer für die Entwicklung der Vulkane Bedingung war; wenn wir ferner erwägen, dass alle Vulkane bei weitem mehr dampfförmiges Wasser als feste Massen auswerfen, wenn wir die grossen aus ihren Kratern strömenden Chlormengen in Anschlag bringen: so kommen wir zu dem Schlusse „die Laven sind unter der Mitwirkung des Meerwassers entstanden.“

Ich halte sie für erdige Massen, welche vom hocherhitzten, bei sehr hohem Drucke in den Erdtiefen vielleicht weissglühenden Meerwasser, dessen Siedepunkt durch die in ihm aufgelössten Substanzen noch weiter erhöht worden ist, aus den Gesteinen der Tiefe extrahirt worden sind. Da sich an einer Localität lange Zeit hindurch ähnlich gemengte Gesteine zur Auslaugung darbieten, so werden die Laven lange Zeit hindurch gleiche chemische Constitutionen haben. Weil aber im Grossen und Allgemeinen die elementare Zusammensetzung der Gesteine nicht sehr erheblich verschieden ist, so wird das Wasser zu jeder Zeit ähnliche Extrakte zu bereiten Gelegenheit gehabt haben*). Desshalb erscheinen die Laven der verschiedensten Perioden der Erdentwicklung in ihrer Mischung, wenn man ihre elementaren Bestandtheile vergleicht,

*) Die Lavaströme der Somma bestehen vorzugsweise aus Leucit und Augit. Die älteren Laven des Vesuves enthalten nur Augit und Labradorit, erst 1822 kamen wieder Leucitlaven zu Tage, von denen sich eine der neuesten (1857) den Sommalaven sehr nähert. Manche Lavaströme des Etna enthalten höchst wenig Labradorit, manche bestehen fast nur daraus.

so ähnlich. Alle Dinge sind dem Stoffwechsel unterworfen, also auch die Laven; je länger die zersetzenden und umbildenden Kräfte der Oberfläche auf diese Kinder der Tiefe einwirken, desto weiter wird ihre Umwandlung gediehen sein. Dies ist der Grund, wesshalb sich moderne Lava weniger von Basalt unterscheidet als von Dolerit, Melaphyr, Aphanit, Hyperit, Diabas und Diorit oder in zweiter Reihe Obsidian von Trachit, Phonolith, Felsit und Granit.

In den frischen Laven kommen Eisen- und Manganoxydul immer an Kieselerde gebunden vor. Diese Metalloxyde bilden Bestandtheile der, die Lava zusammensetzenden Mineralien Augit, Feldspath, Olivin und Leucit. In gleicher Weise sind sie Theil fester Verbindung in den vulkanischen Auswürflingen. Sobald aber Säuere der Fumarolen oder der Atmosphäre auf jene kieselsauren Salze einwirken, lösen sich deren metallischen Basen aus dem Verbande, um der ermässigten Temperatur angemessen sich in neuen (secundären) Bildungen darzustellen. Aus dem Krater des Vesuves dringende Chlordämpfe, bilden, indem sie die schwarzen Schlacken bleichen, gelblich grünes Chloreisen.

Der Eisenoxydgehalt mancher Laven steigt bis auf 10 und 15 Procent; dennoch würde sich aus ihnen kein Eisen darstellen lassen, weil es aus seiner Verbindung mit Kieselsäure nur schwer metallisch abgetrennt werden kann. Die feuerbeständige Kieselsäure verdrängt bekanntlich bei hohen Temperaturen alle flüchtigwerdenden Säuren, als Schwefelsäure, Salzsäure und Kohlensäure; desshalb müssen die Metalloxyde in den Produkten hoher Hitzgrade den Laven immer an erstere gebunden sein. Bei niedrigen Wärmegraden zerlegen dagegen Schwefelsäure, Salzsäure und selbst die gasförmige Kohlensäure jene kieselsauren Salze sehr leicht und scheiden aus ihnen die Metalloxyde und andere Basen vollständig ab. Desshalb beginnt in den, den saueren vulkanischen Gasen der Fumarolen ausgesetzten Laven und vulkanischen Auswürflingen alsbald die Bildung von Chlorverbindungen, Schwefelmetallen und Vitriolen, oder bei Atmosphäre-Einwirkung die von kohlensauren Salzen. Wo die

Laven den atmosphärischen Einflüssen, den zerstörenden Wirkungen von Fäulnissprodukten der Pflanzen unterliegen, da wird vorzugsweise die Kohlensäure ihre zerlegende Thätigkeit entwickeln, bei älteren Laven bemerken wir desshalb bald die Entstehung von Kalk- und Magnesiakarbonaten, während sich gleichzeitig gewöhnlich mit Titansäure verbundenes Magneteisen abtrennt. Erst nachdem die alkalischen Erdarten zumeist in Karbonate umgewandelt worden sind, beginnt auch die Zerstörung der Eisensilikate.

Eine Vergleichung zwischen der Mischung verschiedener Laven, welche ursprünglich wohl nahe einerlei Zusammensetzung hatten, auf die aber, weil sie in verschiedenen, weit auseinander liegenden Zeiten aus den Tiefen emporgestiegen sind, die Atmosphärilien in verschiedenem Grade einwirkten, mag als Beleg für diesen Satz dienen:

	Basalt.	Dolerit.	Melaphyr.
Enthalten noch an Kieselsäure gebundenes Eisenoxydul	4,5 pCt.	3,96—1,12 pCt.	0,33—0,04 pCt.
abgetrenntes titanhaltiges Magneteisen	4,3 „	3,61—8,93 „	4,28—6,26 „
abgetrenntes nun kohlensaures Eisenoxydul . . .	— „	21,01—8,57 „	7,84—3,75 „

Der Gang der Zersetzung ist ferner auch aus der, in diesen Laven eingewachsenen Mineralien, den Zersetzungsprodukten der Silikate zu erkennen. In alten Laven des Etna und im Basalte herrschen Arragonit, Kalkspath, Bitterspath, also Karbonate, alkalischer Erden, im Dolerite ist das Auftreten von Pseudomorphosen des kohlensauren Eisenoxydules nach Formen der genannten Karbonate alkalischer Erden eine sehr verbreitete Erscheinung, ausserdem sind in ihm noch grosse Quantitäten Eisenkarbonat und amorphe Kiesel-

erde entweder im Gestein fein vertheilt oder in Höhlungen krystallisirt ausgeschieden. Aber auch das Eisenkarbonat wird allmählig durch die Kohlensäure atmosphärischer Niederschläge als Bikarbonat fortgewaschen, die amorphe Kieselerde nimmt Krystallgestalt an; desshalb ist der ältere Malaphyr schon ärmer an Eisenkarbonat und enthält Drusen von Bergkrystall. Endlich wird das Eisenkarbonat vollständig ausgelaugt oder in Eisenoxyd umgewandelt. In den noch ältern Laven, Diabas und Gabbro kommt desshalb auch kein Eisenkarbonat mehr vor; manche Varietäten enthalten dagegen freies Eisenoxyd. Wenn Schwefelwasserstoff, das häufige Produckt der zurückgehenden vulkanischen Thätigkeit, Eisenoxydul enthaltende Gesteine durchdringen, so soll nach Bunsen*) Doppeltschwefeleisen entstehen, indem der Wasserstoff des Gases sich mit dem Sauerstoffe des Oxydules verbindet, wobei der Schwefel frei wird, welcher mit dem reduzirten Eisen das Schwefeleisen darstellt. In manchen älteren Laven vorkommender Magnetkies könnte auf diesem Wege wohl entstanden sein (Basalt von Fauerbach bei Friedberg). Ich habe viele Basalte kennen gelernt, welche bituminöse und kohlenreiche Schichten, selbst Braunkohle gangartig durchsetzen. Wo die bituminösen Sedimente reich an Schwefelkies sind, welcher aber keineswegs durch vulkanische Einwirkung gebildet worden ist, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, da ist auch der stets mehr oder weniger zersetzte Basalt, soweit er diese metallführenden Schichten berührt, angefüllt von Schwefelkies. Ueber die Berührungsstellen hinaus enthält aber weder der Gangbasalt noch die von ihm gebildete Decke Spuren jener Verbindung. In diesen Fällen hat offenbar das Sediment durch Stoffwechsel einen seiner Bestandtheile mit dem Eruptivgesteine getheilt. Derselbe Fall tritt ein, wenn Schwefelkies enthaltende Braunkohle oder Thone, über Basalt und vulkanischen Tuff ausgebreitet lagern; das Sediment gibt dann

*) Die pseudovulkanischen Erscheinungen Islands, Poggendorfs Annalen 1852.

schon während seiner Entstehung Schwefeleisen an die vorhandenen eruptiven Massen ab. Punkte an welchen solche Vorkommen leicht beobachtet werden können, sind Bischofsheim vor der Röhn und Annerod bei Giessen.

Ich vermuthe, dass die im Melaphyr, Phonolith, Gabbro, Diabas, Diorit u. a. vulkanischen Gesteinen zuweilen in grosser Menge eingewachsenen Doppeltschwefelmetalle ebenfalls aus den sie begleitenden und überlagernden Sedimenten abstammen und sich auf secundärer Lagerstätte befinden. Im Melaphyr vieler Gegenden und im Basalte von Linz am Rheine, sind Kupferglanz, Kupferindig, Malachit, Kupferroth, gediegen Kupfer und gediegen Silber in prachtvollen Krystallisationen eingeschlossen, die Mineralien kleiden Blasenräume jener Gesteine aus. Die Oxyde und kohlensauren Salze, sind ohne Zweifel Produkte der Verwitterung, also secundär; die Metallkrystalle könnten aber für primitive Bildungen, entstanden bei der Schmelzung der Laven, gehalten werden. Dass auch sie erst in das Gestein hereinwuchsen, nachdem es längst gebildet und erkaltet war, geht aus der Anordnung der Krystalle verschiedener Substanz in den Blasenräumen hervor. Es finden sich nämlich Krystalle von Silber angewachsen und umgeben von Kupferkrystallen, was nicht der Fall sein könnte, wenn beide Metalle sammt dem Gesteine in freurigem Flusse gewesen wären. Die Hitze würde aus Kupfer und Silber eine Legierung geschmolzen haben, sie könnten nun nicht frei und getrennt neben einander auskrystallirt sein. Sie sind also auf jeden Fall später gebildet als das sie umhüllende Gestein, an die von ihnen eingenommene Stelle gelangte, galvanoplastische Niederschläge. Dasselbe möchte der Fall sein bei den im Trachyttuffe Ungarns vorkommenden Gold- und Silbererzen.

In den Diabasen des Dillenburgischen kommen Schwefeleisen, Kupfer- und Nickelkies nicht selten in sehr grosser Menge vor, so dass darauf bedeutender Bergbau geführt werden kann. Die Diabase sind aber in solchen Fällen immer von bituminösen Thonschiefern und Sandsteinen der Devonformation begleitet, worin diese Metalle ebenfalls und

zwar durch die ganze Masse verbreitet, vorkommen und es ist kaum zu bezweifeln, dass diese Eruptivmassen ihren Metallgehalt aus den später auf sie abgelagerten Sedimenten empfingen, wie jene Basalte von Bischofsheim und Annerod.

Die Metallführung der Diabase ist beschränkt auf wenige Punkte, namentlich auf solche, welche durch nach Erhärtung der Gesteine eingetretene, zersplitternd wirkende Hebungen betroffen worden sind. Im Nebengesteine der Diabase namentlich in dem aus der Umwandlung eines kalkigen Thonschiefers entstandenen, versteinerungreichen Schalsteine und im Eisenspilite, einem umgewandelten ebenfalls Versteinerungen enthaltenden Schiefer der obern Devon- und untern Culmformation, sind die Erze in ungleich grösserer Menge enthalten als in dem eruptiven Gesteine; sie haben sich an den schon erwähnten Hebungsstellen auf Spalten, die selten tiefer als 300 Fuss niedersetzen, angesammelt.

B. Metalle in Sedimenten.

Die Sedimente entstehen an der Oberfläche der Erde immer aus der Zerstörung schon vorhandener Felsmassen. Sie sind entweder auf neuer Lagerstätte angesammelte Schutthaufwerke oder durch chemische Aktionen niedergeschlagene und angesammelte Schichten aus älteren Gesteinen, durch Säuere und Wasser ausgelaugter Substanzen. Bei ihrer Bildung greifen die Bewohner der Erdoberfläche Thiere und und Pflanzen thätig mit ein.

In den Geröll-, Sand- und Schlammablagerungen sind wiewohl nur höchst selten metallische Bestandtheile derjenigen Felsmassen, welche Substanz zu der neuen Bildung lieferten in Geschiebform vorhanden. Die Metalle und manche Basen der Silikate, namentlich Kali, Natron, Baryt, Kalk, Magnesia gehen an der Erdoberfläche vorzugsweise nachdem sie sich mit Sauerstoff und Säuern verbunden in wässerige Auflösung über, desshalb enthalten alle Quellen mehr oder weniger davon aufgelösst. In vielen Mineralquellen wurden schon neben Chlorverbindungen von Natrium, Kalium, Kal-

zium, Magnesium, schwefelsaure oder kohlensaure Salze von Eisen, Mangan, Kupfer, Zinn, Blei, Zink, Strontium, Baryt, Lithion und ausserdem Arsenik und Phosphor, wenn auch in geringen Mengen aufgefunden. Wir erkennen daraus, dass alle diese Stoffe in wässerige Lösung übergehen und transportirt werden können. Manche Quellen, Bäche und Flüsse, welche metallreichen Gesteinen entspringen, enthalten viel Kupfer- und Eisenverbindungen; es ist die Annahme gestattet, dass sie darin auch kleine Quantitäten Silber, Gold und andere Metalle einschliessen können, deren geringe Menge sich bisher jedoch, weil die chemische Untersuchung sich stets nur auf kleine Quantitäten der Wasser ausdehnte dem Analytiker entgingen.

Sehen wir nun zu auf welche Weise diesen schwachen Lösungen der Metallgehalt wieder entzogen wird.

1) Ablagerung der Schwefelmetalle in den neugebildeten Sedimenten.

In jedem fliessenden oder stillstehenden Wasser, worin Sedimente abgelagert werden können, wachsen Pflanzen, Diatomen, Conferven, Algen, Moose u. s. w. Alle diese Pflanzen enthalten ausser den von ihnen contensirten luftförmigen Stoffen (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff) auch noch Aschenbestandtheile, als Kiesel, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Schwefel, Phosphor, Chor u. s. w.

Wenn die Pflanzen absterben und verwesen, wird das vorher an die Zellen gebundene Erdige, die Asche, frei und kann auf andere Gegenstände chemisch reagiren. Die Schwefelverbindungen von Kalzium, Natrium und Kalium werden alsdann in ihr Bereich kommerdes, Eisen, Zink, Kupfer, Blei, Silber u. s. w. alsbald aus der wässrigen Lösung niederschlagen und damit einfache oder Doppeltschwefelmetalle bilden. Die niedergeschlagenen Schwefelmetalle lagern sich unmittelbar auf die Pflanzenreste und hüllen deren Form ein; sie durchdringen die Zellen und Gefässgänge der Pflänzchen und wandeln so scheinbar das Organische in Erz um. Da

der die Pflanzen umgebende Schlamm aber ebenfalls Aschenreste verfaulter Organismen enthält, so scheiden sich auch in ihm punktfeine, kaum sichtbare Schwefelmetallkryställchen aus.

Durch Schlämmen lässt sich aus den auf dem Boden von Torfmooren liegenden Pflanzenreste ein grauliches, metallisch-glänzendes Pulver trennen, welches unter dem Mikroskope oder einer starkvergrössernden Linse, aus netten Krystallen von Schwefelkies bestehend erscheint. In Buchten des Meeres in welche eisenhaltiges Bach- oder Quell-Wasser münden, schlägt sich über Algen und Tange Schwefelkies nieder; Krystalle dieses Minerales bedecken den Boden der Bucht, setzen sich auf Geschieben anderer Gesteine, Muschelschalen und andere Dinge ab. Wir erkennen daraus, dass überall wo die erforderten Bedingungen reichlich vorhanden sind, die Bildung des Schwefeleisens massenhaft erfolgt. Es findet dies auch in solchen Torfmooren, in welche metallreiche Wasser einströmen, statt; auch in ihnen sammeln sich Schwefelmetalle in solcher Menge, dass sie zur Vitriolgewinnung oder selbst zur Kupferdarstellung abgebaut werden. Diese Thatsachen bezeugen, dass sowohl im Meer- als im Süsswasser jener Bildungsprozess vor sich gehen kann, wenn nur die vermittelnden Pflanzen nicht fehlen.

Schliessen wir hieran Beobachtungen über das Vorkommen versteinerter Pflanzen. Aus den tertiären Thonen, seien sie im Meerwasser oder im Süsswasser gebildet, lassen sich durch Schlämme feine Röhrchen und Stängelchen von strahlichem Eisenkies und feine Pyritkryställchen gewinnen, welche wie die heute in Torfmooren und im Meere durch Algen und Conferven niedergeschlagen worden sind. Die incrustirende Alge der mainzer Tertiärgesteine bezeichnete ich in meiner Abhandlung über die Pflanzen der wetterau-rheinischen Tertiärformation*) als *Conferva Piritae*, ich fand sie im Thon mit Flussschnecken, Brack- und Meerwasserthieren bei Gronau,

*) Palaeontographica. Cassel bei Th. Fischer 1860.

Offenbach, Eckardroth, Alsfeld, Neustadt, Oberkaufungen, in den die Braunkohlenflötze von Bischofsheim, Veitsteinbach, Hutten, Annerod, Leihgestern, Gross-Allmerode begleitenden Thon- und Mergellagern. In manchen Schichten sind sie so häufig, dass sie dem Thone eine dunkelgraue Farbe ertheilen, ihn zur Darstellung von Vitriol und Alaun befähigen. Alsdann veranlassen sie bei der Zersetzung durch Sauerstoff, Eisenoxydhydrat, Gyps und schwefelsaure Thonerde.

In Tertiärsandsteinen aus einem Bohrloche zu Nauheim, in kalkigem Schlamme der Tertiärformation aus einem Bohrloche bei Homburg v. d. Höhe fand ich Incrustationen von Schwefelkies über Conferven und Muschelschalen, in ersterem auch Bleiglanz die Gerölle und den Sand verkittend.

In Braunkohlenlagern ist bekanntlich der Schwefelkies ein beständiger Begleiter des bituminösen Holzes; manche Baumstämme sind gänzlich davon angefüllt. Es kommen Braunkohlenlager vor, welche ihres Kiesgehaltes wegen nicht gebrannt werden können, die sich dagegen zur Alaun- und Vitriolbereitung eignen. Solche Braunkohlen entzünden sich leicht und veranlassen Gruben- und Erdbrände. Der mit Luft in Berührung kommende Schwefelkies zersetzt sich, lässt Schwefelsäure frei werden, welche indem sie sich mit Wasser verbindet hohe Hitzgrade hervorruft, wodurch die bituminösen Massen in Brand gerathen.

Die eocenen Schieferthone auf denen Genua steht, enthalten grosse Mengen von in Schwefeleisen incrustirter Algen.

Aus ältern Formationen, namentlich aus dem Quadersandsteine der Kreide, aus dem Wälderthone und der darin abgelagerten Steinkohle, aus den Thon- und Mergelschichten der Juraformation, aus der Lettenkohle, dem Keupersandsteine, dem Kupferschiefer und Letten, dem Kupfersandsteine, der Dyas (Todtliegendes und Zechstein) in Deutschland und Russland, den Steinkohlen und den sie begleitenden Schieferthonen Deutschlands, Englands, Belgiens und Russlands, dem Kulmschiefer, Kramenzelsandsteine, Thonschiefer der obern, mittlern und untern Devonformation, dem silurischen Thone von Petersburg und des Voigtlandes sind unzählige Beispiele

bekannt, welche beweisen, dass zu allen Zeiten, so lange überhaupt eine Vegetation auf Erden wächst, Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, selbst Schwefelsilber, überhaupt Schwefelmetalle durch Pflanzen präcipitirt worden sind. Ich habe unzählige Wurzel-, Stamm- und Aststücke, Blätter und Früchte der verschiedensten Pflanzen aus den verschiedensten Formationen und Gesteinen gesehen und besitze viele in meinen Sammlungen, welche ganz oder zum grössten Theile in Schwefelkies, Kupferkies u. a. Schwefelmetalle umgewandelt und darin eingehüllt sind; die Erscheinung ist in allen Gegenden und in allen Formationen so allgemein, dass sie keinem Beobachter entgehen kann.

Diese Allgemeinheit des Vorkommens gibt die Bestätigung: dass faulende Pflanzen mittelst der in ihnen entwickelten Schwefelalkalien und Schwefellebern aus Metalloxyd enthaltenden Flüssigkeiten Doppeltschwefelmetalle niederschlagen und in den Sedimenten ansammeln. Manche Metalle als Gold, Platin werden durch diese Kiese aldann metallisch aus ihren Lösungen gefällt. Aber nicht allein die Pflanze, sondern auch die Leichen von Thieren fällen aus eisen- oder metalloxydenthaltenden Wasser Schwefelmetalle. An diesem Ausfällungsprozesse scheinen vorzugsweise Knochen und hornartige Substanzen sowie die Gehäuse der Schnecken sich zu betheiligen. Das Fleisch abgestorbener Thiere dient ehe es bei der Bildung von Sedimenten im Schlamme begraben wird, andern lebenden als Nahrung oder es fault schnell. Die Knochen, Gehäuse und schwer zerstörbare Theile des Thierleibes überziehen sich öfters mit Conferven, welche Schwefelmetalle und andere Verbindungen präcipitirten. Da die thierische Materie ebenfalls Schwefel enthält, so nimmt sie an der Bildung von Schwefelmetallen Antheil.

In Tertiärgesteinen fand ich Froschskelette und Knochen von Krokodil dergestalt von Schwefelkies durchzogen, dass sie an der Luft alsbald vitriolisirten; ferner Schalen von Cyrenen und Cerithien mit glänzender Schwefelkiesdecke überzogen, glänzend wie vergoldet. Keinem Sammler sind

die prachtvollen verkiesten Ammoniten aus der Juraformation, die glänzenden Goniatiten und Orthoceratiten aus dem Coblenzer Schiefer des Dillenburgischen unbekannt. Die Gehäuse dieser Schnecken sind gänzlich von Schwefeleisen erfüllt und da ihre dünne Kalkschale meistens vollständig zerstört und fortgeführt ist, so machen sie den Eindruck in Erz gegossener Massen. Ich besitze Ammoniten aus dem Jura, welche von Zinkblende und kleine Turbonillen und Gervillien aus dem Zechsteine die von Kupferkies und Bleiglanz erfüllt sind. Der von Kupferkies bedeckten Fischabdrücke aus dem Mannsfelder, Thüringer und Richelsdorfer Kupferschiefer muss ebenfalls Erwähnung geschehen.

Im Allgemeinen ist das Vorkommen verkiester Thierreste seltener als das verkiester Pflanzen, wohl weil der Schwefel nur in einzelnen Organen des Thieres vorkömmt. Die Knochen der Haarthiere enthalten z. B. keinen Schwefel, wohl aber die der Fische und Amphibien, Haare, Haut und Schuppen sind ebenfalls durch Schwefelgehalt ausgezeichnet. Im Pflanzenreiche ist dagegen der Schwefelgehalt allgemein verbreitet, aus jeder Pflanzenasche kann Schwefel dargestellt werden.

Da die Quellwasser wie oben schon erwähnt wurde vielerlei Metalloxyde, Arsen und Phosphor aufgelösst enthalten, so kann die Pflanzenasche mannigfaltige Verbindungen von Phosphor, Schwefel und Arsen mit Eisen, Kupfer, Blei, Zink, Silber u. s. w. niederschlagen, es können also in den Sedimenten mancherlei Erze entstehen. Manche Felsarten enthalten denn auch die verschiedensten Verbindungen, wie z. B. die richelsdorfer Kupferschiefer in welchen Schwefelkies, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Silberglanz, Bleiglanz, Schwefelzink, Arsenkobalt, Arsennickel, gediegen Kupfer, Kupferroth, Malachit, Kupferlasur zusammen etwa 13 Procent des Gewichtes der zu $^1/_4$ aus kohligbituminösen Substanzen bestehenden Gebirgsart bilden.

Manche Lagertheile devonischer und silurischer Thonschiefer am Harze, im Hundsrück und an der Mosel, im Nassauischen, in Steiermark sind reich an Schwefeleisen, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Antimon, Arsen, Silber

und Gold, welche sich stellenweise in abbauwürdigen Lagern ansammeln. Diese Metalle sind dann vergesellschaftet mit Quarz, Kalkspath u. a. Mineralien, sie sind amorph oder krystallisirt.

Im Kalke der uralischen Silurformation sahe ich Lager von Schwefelkies mit $^1/_4$ bis $^1/_2$ Procent Kupfergehalt, von denen später noch ausführlicher die Rede sein soll, im Kalksteine der Trias (Muschelkalke) Oberschlesiens (Tarnowitz- und Beuthen) und Badens (Wiesloch) sind Zinkblende und Bleiglanz eingesprengt und lagerhaft.

Der Zechstein von Bieber und Huckelheim, der Zechsteindolomit von Frankenberg, Thalitter und Kahl im Spessard enthält Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Kupferkies u. s. w. in Menge, theils als Vererzungsmittel von Thieren und Pflanzen, theils in Drusen crystallisirt oder staubfein eingesprengt. In manchen Lagern der Ullmannien- und Walchiensandsteine (Todtliegenden) von Frankenberg in Hessen, Hohenelbe und Herrmannseifen in Böhmen, Orenburg, Kungur und Perm in Russland ist Schwefelkupfer, Schwefeleisen, Schwefelsilber nebst den daraus entstandenen Zersetzungsprodukten in solcher Menge über allerlei Thier- und Pflanzenreste niedergeschlagen, dass der Kupfergehalt des Gesteines 1 bis 3 Procent beträgt, viele Stammtheile, Blätter, Aeste, Früchte der Ullmannien und Walchien sind ganz in Kupferkies oder Malachit umgewandelt oder wo sich noch Pflanzensubstanz in Form von Pechkohle erhielt von diesen Metallverbindungen nach allen Richtungen durchsprengt.

2) Ablagerung von Metalloxyden und Karbonaten in neugebildeten sedimentären Felsarten.

In frischen Laven, d. h. in solchen, welche eben den Kratern entströmen, kommen Metalloxyde nur an Kieselerde gebunden vor; erst nach längerer Einwirkung der Atmosphäre oder da wo Chlor, Schwefelwasserstoff oder andere vulkanische Gasausströmungen schon erhärtete Lava durchdringen, scheiden sich secundär Metalloxyde aus. Im *Valle*

del bove am Etna, dieser aus vielen alten Aschenkegeln zusammengeflossenen Vertiefung haben sich in neuerer Zeit sehr bedeutende Lavaausbrüche, welche vorherrschend tief in die angebauten Gegenden herunter vordrangen, Wege gebahnt. Die letzte Eruption auf dieser Seite fand 1852 statt, die Lava drang aus einer Spalte, welche durch zwei hintereinanderliegende Aschenkegel von mehreren hundert Fussen Höhe bezeichnet ist und floss über mehrere steile Abhänge bis in die Weingärten von Zafferano herab.

Der untere jetzt noch rauchende umfangreichste Aschenkegel besteht aus schwarzem und grauem Sande, worin Augit und Labradorit vorherrschen, der obere kleinere ist dagegen aus rothem, gelbem und braunem Sande und aus blasigen Schlacken gebildet, ähnlich denjenigen, welche mehr oder weniger verwittert die steilen Gehänge des *Valle del bove* gegen die Schlackenfelder des Etna hin begrenzen. Ich bin der Ansicht, dass der letztere Kegel fast nur aus zerbrochenen ältern schon zersetzten Aschen und Laven des *Valle del bove* besteht, welche, durch die aus dem Lavastrome von 1852 bei dessen Aufsteigen freigewordenen Wasserdämpfe mit emporgerissen und über ihrem Ausgangspunkte aufgehäuft wurden, während der untere schwarze Aschenkegel offenbar Staub neuester Bildung ist, welcher aus dem 1852 aufsteigenden Lavastrome selbst durch die platzenden Wasserdämpfe entnommen wurden. Ein ähnliches Verhältniss liegt an den *Monti rossi* bei *Nicolosi* vor. Die hohe rothe Aufschüttung derselben besteht aus Bruchstücken zersetzter älterer vulkanischer Massen, deren Augiteinschlüsse durch Verwitterung und die Einwirkung von Chlor aus dem Verbande geschieden, nun lose umherliegen. Der Stelle nahe, wo die Lava, welche 1669 bis nach Catania ins Meer floss, ausbrach, sind mächtige Anhäufungen eines glänzend schwarzen Lavasandes, des bei der Eruption aus der Lava selbst durch entweichende Wasserdämpfe gebildeten Staubes, umhergestreut.

Am *Monte Pomiciaro* und an vielen andern Ausbruchkegeln des Etnagebietes machen sich ähnliche Erscheinungen

geltend; an ersterem Punkte kann die rothgewordene Lava, aus welcher lose umherliegende Augitkrystalle abstammen, noch auf ihrer ursprünglichen und als tuffartige Masse zerstreut, auf secundärer Lagerstätte beobachtet werden.

In allen diesen Fällen ist das rothfärbende Eisenoxyd nicht als solches frei in der ausgeworfenen Lava und Asche vorhanden gewesen; es entstand später in Folge der Einwirkung von Fumarolen und der Atmosphäre.

Am Vesuve fehlen die Kegel aus gelben oder rothen Aschen, mit freiem Eisenoxyde gänzlich, weil die Laven meistens noch aus dem Hauptkrater entströmen. Da wo solche den Aschenkegel bedecken erscheinen sie schwarz und enthalten kein freies Eisenoxyd, wo aber oben auf der Kraterkante aus schmalen Ritzen Wasserdampf und Chlorgas ausströmt, ist die Lava gebleicht, mürbe und weich geworden, ihr Eisengehalt hat sich als gelbgrünes Chloreisen und als rothes Eisenoxyd, ihr Natrongehalt als Kochsalz ausgeschieden. Wo am Fusse des Kraterkegels Laven ausbrachen (1852) bildeten sich nur kleine schwarze Aschenkegel, wahrscheinlich, weil der Hauptkegel abwechelnd aus Asche und Lava bestehend noch zu fest ist um von Wasserdämpfen staubartig ausgeschleudert zu werden. Wo indessen Chlordämpfe austraten (es ist dies hier und da mitten in den Lavenfeldern der Fall gewesen), sind die schwarzen Massen zersetzt, gebleicht und wie am Rande des Hauptkraters gefärbt. Man sieht solche gelbe und feuerfarbene Flecken, wenn man von der Höhe den Lavastrom von 1852 überblickt.

Also auch hier ist das Eisenoxyd secundärer Bildung. Da freies Eisenoxyd und Eisenoxydul bei Weissglühitze sich begierig mit Kieselerde verbindet, so glaube ich nach obigen Erfahrungen und gestützt auf die chemischen Wissenschaften annehmen zu dürfen, dass keine Lava neuerer oder älterer Zeit ursprünglich freies Eisenoxyd oder Oxydul enthält und enthalten hat, dass die jetzt im Basalt, Dolerit, Melaphyr, Diorit, Diabas u. s. w. gefundenen Sphärosiderite, Titan- und Magneteisen, Eisenoxyde, Brauneisensteine, sammt allen andern Metalloxyden, Metallen und Metallsalzen, secun-

därer Bildung sind. Ihr Vorkommen wird desshalb später zu besprechen sein.

Ganz anders verhält es sich mit manchen in den Sedimenten vorkommenden Lagern von Metalloxyden und Metallsalzen. Viele derselben wurden ohne Zweifel ursprünglich gebildet, wenn auch die meisten dem Stoffwechsel ihren jetzigen Zustand verdanken und secundärer Entstehung sind.

In Russland hatte ich Gelegenheit die Bildung von sehr reinem Gelbeisenstein zu beobachten; ich gedachte der Erscheinung schon oben Seite 53.

Quellwasser, welche den ältern Gesteinen des Ural kohlensaures Eisenoxydul entnommen haben, fliessen über Moose, Gräser und andere Pflanzen in flachen Sumpfbassins zusammen. Die Pflanzen zerlegen das Bicarbonat des Eisenoxydules, indem sie ihm ein Atom Kohlensäure entziehen und machen es dadurch im Wasser unauflöslich. Die Oberflächen der Conferven, Moose und Gräser bedecken sich dabei mit einer dünnen Schicht einfach kohlensauren Eisenoxydules. Da aber die genannten Pflanzen die von ihnen absorbirte Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegen, da sie den letzteren in Substanz ausscheiden, so verwandelt sich das Eisencarbonat bald in Eisenoxydhydrat, wobei wieder Kohlensäure frei wird.

Am Rande vieler uralischer Torfmoore, in der Nähe von Quellen in flachen Sümpfen auf Höhen und in Thälern finden sich desshalb solche Eisenabsätze in Menge. Manche sind schlammig, pulverförmig und umhüllen nur in ihnen stehende Schilfe, Gräser, in ihr Bereich gefallene Bäume und andere Pflanzenreste, andere aber, besonders an höheren Punkten, wo das gereinigte Wasser rascher abfliesst, bilden Incrustationen von Moosen, denjenigen gleich, welche das Kalkbikarbonat*) überall hervorbringt, wo es mit Conferven und Moosen in Berührung kömmt.

---

*) Die Bildung von Kalktuff über Conferven und Moos beobachtete ich sowohl in Deutschland, als auch in Russland an vielen Punkten ferner am Neuenburger See, an den Schwefelquellen bei Tivoli und

Gelbeisenstein über Moos, vorzugsweise Sphagnen und Quellmoose gebildet findet sich in 1/2 bis 1 1/2 Meter starken ausgedehnten Lagern bei der Wsewolojski'schen Hütte Alexandrowsk bei Lithwinsk, bei Jwanowka und Starai Ugelne bei Kiselowsk und an der Uswa (Nischni Parogi), woselbst ich sie vielfach anstehen sah und als ein zur Eisenfabrikation besonders brauchbares, leichtflüssiges und reiches Erz empfahl. Sie finden sich an andern Punkten des westlichen Ural sowohl, als auf dem östlichen Gehänge dieses Bergzuges zwischen Jekatarinburg und Nischni-Tagilsk.

Der Hauptmasse nach bestehen sie aus einem porösen, zelligen Gelbeisenstein, welcher unzählige Abgüsse aufrechtstehender oder umliegender Moospflänzchen enthält. Stängel und Blättchen dieser Pflanzen sind aufs Deutlichste zu erkennen, indem alle Zwischenräume mit Eisenoxydhydrat erfüllt sind, während die Pflanzensubstanz selbst bis auf den letzten Rest herausgefault ist. Abdrücke von Blättern, Aesten und Früchten der *Pinus abies*, *Betula alba* und des *Vaccinium uliginosum* sind nicht selten. Die Blätter sind aufs zierlichste abgedrückt, ihr Gewebe ist deutlich zu unterscheiden, auf ihm sitzende Pilze sind erhalten. Die Tannenzapfen erscheinen als Hohlabgüsse, indem Eisenschlamm in deren Zwischenräume eindrang, während die Holzsubstanz verweste. Andere Früchte und Nüsschen erscheinen als glatte, saubere Abgüsse. Das Holz liess saubere glatte Abdrücke seiner äusseren Gestalt zurück, wogegen seine Substanz langsam verweste und ausgelaugt wurde, dem feinen Eisenschlamm Gelegenheit bietend in sein gelockertes Gewebe einzudringen und rissige unvollkommene Abgüsse seines innern Baues darzustellen. Diese Kerne von Holz können aber jederzeit als solche von

an den dortigen Wasserfällen, sowie bei Partenico in Sicilien. Der italienische Travertin ist nichts anderes als über Algen und Moos niedergeschlagener Kalktuff einer früheren Zeit, so der von Tivoli und von Aqua acetosa bei Rom. Pompei ist zum Theil aus solchem Travertine gebaut. In der deutschen Tertiärformation sind derartige Kalktuffbildungen sehr häufig; sie fehlen nicht in der Tertiärformation Calabriens und Siciliens.

Coniferven oder von Laubholz erkannt werden; es finden sich in Eisenstein umgewandelte Baumstämme von mehreren Decimeter Durchmesser, rund und abgeplattet.

Seltener sind die von Moos und anderen Pflanzen eingenommen gewesenen Räume später durch eingeseihten Eisenschlamm ausgefüllt; es ist dann ein dichterer Brauneisenstein entstanden, an welchem nur hier und da noch Pflanzenstruktur erkannt werden kann. Eine von Herrn Ehrich zu Hermannseifen ausgeführte Analyse des Erzes von Jwanowka bei Lithwinsk gab das folgende Resultat:

Eisenoxyd . . .	70,0	pCt.
Wasser	22,3	„
Schwefelsäure . .	4,2	„
Kieselerde . . .	2,4	„
Kalk und Thon	Spuren	
	98,9	pCt.

Der Schwefelsäuregehalt dürfte den zurückgebliebenen Aschenbestandtheilen der Moose zuzuschreiben sein.

In Deutschland kommen ähnliche Eisensteinlager vor. Ein solches von grosser Ausdehnung kenne ich in den sumpfigen Wäldern von Auwal bei Prag. Hier ist der Eisenstein ebenfalls über Moose und Conferven aus Wasser gefällt; er ist zum Theil Braun-, grossentheils aber Rotheisenstein, welcher die Moosstruktur aufs Deutlichste zeigt. Viele Blätter, Früchte und Holztheile von jetzt lebenden in der nächsten Nähe wachsenden Pflanzen sind darin abgedrückt und versteinert. Das 1/2 bis 1 Meter mächtige Lager ist durch das Vorkommen von Eisenoxyd interessant; es beweisst, dass sich wasserfreies Eisenoxyd selbst bei Anwesenheit von Wasser bilden, dass Brauneisenstein in Rotheisenstein übergehen kann, ohne dass entwässernde Hitze dabei mitwirkt*). Vielleicht wirkten sich weiter oxydirende Pflan-

*) In dem devonischen Brauneisensteinlager von Griedel bei Butzbach fanden sich schöne Pseudomorphosen von faserigem Rotheisenstein nach braunem Glaskopfe, in den tertiären Brauneisensteinen von Schloss-Naumburg in der Wetterau sind manche, Pflanzenreste umschliessende Stücke vollständig in Rotheisenstein umgewandelt.

zentheile zerlegend auf das Hydratwasser ein und wandelten dabei das Hydrat in wasserfreies Eisenoxyd um.

Auch die verbreiteten Raseneisenerzlager an der Ems, Lippe und Emschen in Norddeutschland besitzen zum Theil noch die Struktur der Pflanzen über welche das Eisenoxyd ausgefällt ist; viele sind aber als Niederschlag über Diatomeen feinerdig, andere wurden zu dichtem Brauneisenstein umgewandelt.

Viele eisenhaltige Mineralquellen Deutschlands namentlich der Wetterau, Nassaus und des waldeckischen Fürstenthumes lassen fast reines oder durch Kalk, Mangan, Phosphor und Arsenik verunreinigtes Eisenoxydhydrat fallen.

Die Nauheimer Sprudel liefern, indem die gelösten Bicarbonate durch Oscillarien und Diatomeen zerlegt werden, gelbrothe Schlammmassen, worin ich fand:

Eisenoxyd . .	44,26	pCt.
Manganoxyd . .	2,11	„
kohlensaurer Kalk	35,40	„
Kieselerde . .	2,65	„
Arseniksäure .	1,05	„
Wasser . . .	14,32	„
	99,79	pCt.

In den ockerfarbigen Quellsintern der Elisabethenquelle zu Homburg entdeckte Fresenius:

Eisenoxyd 50 pCt.; kohlensaure Kalke sehr viel, kohlensaure Magnesia wenig, Thonerde, Baryterde, Strontianerde, Manganoxydul, Zink-, Kupfer-, Bleioxyd Spuren, Arsenik, Phosphor und Kieselerde verhältnissmässig viel, wenig Chlor und etwas Sand und Wasser.

Die Schlämme der Schwalheimer Quellen namentlich der in den sogenannten Erlen brodelnd im Sumpfe zu Tage tretenden, sind in hohem Grade eisenschüssig, Eisenoxyd und Kalk werden durch Conferven und Diatomeen ausgefällt; dasselbe findet statt bei den schwachen Mineralquellen zu Wildungen, bei Montabaur, bei den Sauerquellen von Soden, Königstein und vielen andern.

Unter Berücksichtigung dieser unter unsern Augen vorgehenden Bildungsprozesse ist es erlaubt ähnliche Vorkommen von Eisenstein in ältern Formationen zu beurtheilen. In der Tertiärformation der Wetterau finden sich bei Rockenberg, Kaichen und Naumburg Braun- und Rotheisensteine, welche durch Pflanzen aus wässeriger Lösung präzipitirt sind. Sie umhüllen unzählige Schilfe, Moose, Gräser, Conferven und die besterhaltensten Abdrücke von Farn, Coniferven und Laubhölzern mit Blatt, Blüthe, Frucht und Holz früherer geologischer Epochen*). Sie sind ohne Zweifel ganz so wie jene russischen und böhmischen Raseneisensteine entstanden.

In der rheinischen Tertiärformation finden sich bei Oppenheim, Kloppenheim und Worms ähnliche von Pflanzenresten erfüllte Braun- und Gelbeisensteinlager; sie enthalten jedoch wie jene in der Wetterau nur etwa 25 bis 30 Procent Eisenoxyd und sind desshalb zur Eisendarstellung nicht benutzbar.

Die tertiären Gelbeisenstein- und Sphärosideritlager von Montabaur im Nassauischen und der Umgegend von Bonn und Siegburg, umschliessen unzählige Pflanzenreste. Es sind aber meistens Blätter, Früchte und Holz von Laub- und Nadelholz, welche offenbar in einen Sumpf oder ein offenes Wasserbassin gespült oder geweht, im Schlamme begraben wurden. Ihre dem bituminösen Holze gleichende Substanz ist noch vorhanden. Die Rippen und Nerven der Blätter, Nüsse und Schalen von andern Früchten, das Holz selbst, alles aber durch Substanzverlust beträchtlich geschrumpft, können noch aus dem dichten Gesteine entnommen werden**). Moose, Algen und Gräser sind selten, das Gestein ist dicht und fest und offenbar nicht über Moose präzipitirt. Der

---

*) R. Ludwig. Fossile Pflanzen aus der mittlern und ältern wetterau-rheinischen Tertiärformation. Palaeontographica Band VIII. Cassel bei Th. Fischer 1860.

**) R. Ludwig. Fossile Pflanzen aus dem tertiären Spatheisenstein von Montabaur. Palaeontographica Band VIII.

Sphärosiderit ist höchstwahrscheinlich ursprünglich gebildet und hat die Pflanzenreste umhüllt; er ist nicht über grössere Pflanzen, vielleicht aber über Diatomeen niedergeschlagen. Seine Bildung ging sehr langsam von statten, denn die Blattreste liegen durch Papierbogen bis höchstens 2 Centimeter dicke Schichten von einander getrennt. Mit dem Eisenkarbonat vermischte sich etwas Thonerde und ziemlich viel Kohlenstoff oder Pflanzenmaterie; letzterer als ein verbrennlicherer Stoff absorbirte wohl das durch die Diatomeen ausgeschiedenen Sauerstoffgas, das Eisenkarbonat vor Umwandlung in Eisenoxydhydrat beschützend. Die Pflanzenasche verwandelte einen Theil des Eisenoxydules in Schwefel- und Phosphoreisen, desshalb sind jene bituminösen (schwärzlich-grauen) Sphärosiderite hier und da durch Schwefelkies und Limonit verunreinigt. Später, lange Zeit nach der Bildung, wurden Theile jener Sphärosideritlager in Brauneisenstein umgewandelt.

Die Oolithe, Bohnerze der rheinischen und hessischen Tertiärformation sind aus kalkigem Roggenstein oder Erbsenstein über Kalkniederschläge gebildet, secundärer Entstehung; auch in der Jura-, Trias-, Perm- und Devonformation sind derartige Bildungen nicht selten; sie werden weiter unten besprochen werden.

Pflanzenreste enthaltende Brauneisensteine und Sphärosiderite sind mir aus der Juraformation des Teutoburgerwaldes bekannt, sie finden sich im Liasthone und im braunen Jura in der Umgegend von Bohneburg im Paderbornischen, eignen sich ihrer Unreinheit wegen aber nicht zur Eisenfabrikation.

An der Porta Westfalica bei Minden an der Weser bebaute man vor einigen Jahren ein oolithisches Sphärosideritlager, welches aus thonigem Kalke besteht, der von vielen hirsekorngrossen conzentrischen Kügelchen von Spärosiderit durchsprengt ist. Das Innere der Ammoniten und anderer Muscheln ist ganz erfüllt von diesen Körperchen die sich über Diatomeen und kleine Algen ablagern konnten, indem diese einer Lösung von Kalk- und Eisenbikarbonat Kohsäure entzogen. Zugleich ward Zinkblende und Schwefelkies

mit abgeschieden, welche nun das Eisenerz unbenutzbar machen. Die Schalen der Muscheln bestehen aus Kalkspath und sind gut erhalten geblieben. Nach dem Ausgehenden hin ist das Lager durch Oxydation in einen armen Brauneisenstein umgewandelt, wobei die Muschelschalen verschwanden, der Schwefelkies zu Brauneisenstein und die Zinkblende zu Galmei wurden.

Auch die armen oolithischen Juraeisensteine bei Bohnenburg im Teutoburger Walde mögen auf diese Weise entstanden sein. Sie sind wie schon erwähnt, so arm, dass sie zur Eisenfabrikation nicht verwendet werden können.

In der Trias habe ich bis jetzt keine solche Bildungen gefunden, wohl aber in den Süsswasserbildungen des, dem Todtliegenden angehörigen Walchiensandsteines von Altenstadt (Wetterau). Diese unreinen Sphärosiderite sind ganz erfüllt mit Farn *(Odontopteris obtusiloba)* schilf- und moosartigen Pflanzenresten, so dass sie in ähnlicher Weise wie die Sphärosiderte von Montabaur entstanden sein möchten. Die Süsswasserbildung der sogenannten Steinkohlenformation, zeichnet sich, wo sie vorkömmt durch zahlreiche Sphärosiderit- und Brauneisensteinlager aus. Die Sphärosiderite sind in den meisten Fällen reich an Kohlenstoff und stets durch Schwefel- und Phosphormetalle verunreinigt; die Brauneisensteine wohl immer aus der Umwandlung des Sphärosiderites entstanden. Wo solche Erze, sei es in Form von aneinandergereihten Sphäroïden oder in ziemlich gleich dicken Lagern vorkommen, da enthalten sie unzählige Pflanzenreste, Calamiten, Stigmarien, Sigillarien, Licopodien, Farn u. d. m. sie liegen in Westphalen, Sachsen, Schlesien häufig auf und zwischen Steinkohlenflötzen, sie ersetzen solche im Fortstreichen, so dass der Zusammenhang beider Bildungen in die Augen fällt. Die Schalen von darin eingeschlossenen Süsswassermuscheln haben nicht immer ihren Kalk bewahrt, er ist vielmehr ausgewandert und mehr oder weniger durch Eisenkarbonat ersetzt. Wenn der kohlige Bestandtheil des Erzes, welcher in manchen Fällen 25 Prozent beträgt, sich durch irgend einen Zersetzungsprozess vermindert hat,

so nahm das gebleichte Erz krystallinische Form an, es ward zu Spatheisenstein. Dies ist unter andern bei den Flötzen der Fall, welche die Henrichshütte bei Hattingen bebaut. Sie umschliessen aber alle noch deutlich erkennbare Pflanzenreste und wenn auch die feinern Abdrücke unkenntlich geworden, so haben sich doch Stämme von Farn, Calamiten und Sigillarien sehr gut erhalten. Wo am Ausgehenden solcher Lager ihr Kohlenstoffgehalt gänzlich auswitterte, da ist das Eisenkarbonat in Eisenoxydhydrat umgewandelt, wie wir das auch anderwärts bei Spatheisenstein und Sphärosiderit sehen. Zinkblende, Bleiglanz, Schwefelkies und Phosphoreisen, welche die Steinkohleneisensteine überall begleiten, sind offenbar durch Einwirkung der Aschenbestandtheile der das Sumpfwasser zerlegenden Pflanzen (Schwefelalkali und Phosphorsäure) entstanden; manche Pflanzen sind vollkommen in Schwefelkies umgewandelt, andere bedeckten sich nur mit einer Metallhaut.

In diesen alten Erzlagern hat natürlich der Chemismus Zeit und Gelegenheit gehabt eine Reihe von secundären Bildungen zu entwickeln; etwa mit niedergefallenes Kalkkarbonat und die Muschelschalen konnten mehr oder weniger vollständig durch Eisenkarbonat ersetzt werden, manche Stoffe fanden Zeit sich in Drusen und Klüften zu Krystallgruppen zusammenzuziehen.

In der Silurformation Böhmens brechen in der Umgegend von Kladno bei Prag roggensteinartige Sphärosiderite, aus unzähligen hirsekorngrossen, conzentrischschaligen Kügelchen, welche in einer schwarzen kohlenstoffreichen Spatheisenmasse eingewachsen sind, bestehend. Diese Körperchen wurden wahrscheinlich wie die jurassischen bei Minden über Conferven und Diatomen niedergeschlagen, während der im Ueberflusse vorhandene Kohlenstoff den von den Pflanzen entbundenen Sauerstoff absorbirte.

Der Reichthum Steiermarks ist durch die mehr als 30 Meter mächtigen Spatheisensteinflötze des Eisenberges zwischen Eisenerz und Vordernberg begründet. Der weisse und rostbraune, so reine, Spatheisenstein bildet die

steil abfallende Felswand des über 1000 Meter hohen Berges. Das Lager ruht auf versteinerungfreiem geschichtetem Kalke, worin in einiger Entfernung unter dem ersten noch ein zweites Sphärosideritflötz von fast gleicher Mächtigkeit liegt. Ich halte dafür, dass diese Schichten, welche ich auf den v. Friedau'schen Gruben beide aufgeschlossen gesehen habe, gleichzeitig mit dem für silurisch gehaltenen Kalksteine gebildet worden sind.

Aus dem eben geschilderten Vorkommen der Metalloxyde und Karbonate ergiebt sich der Schluss, dass Eisenoxyd und Sphärosiderit aus Eisenbikarbonat enthaltendem Wasser durch lebende Pflanzen ausgefällt und im Sedimente angeordnet, dass Schwefel- und Phosphormetalle gleichzeitig durch die Aschenbestandtheile todter (faulender) Pflanzen mit gebildet werden, dass aber in Laven und vulkanischen Auswürflingen ungebundene Metalloxyde und Karbonate nicht vorkommen.

II. Die Metalle auf secundärer Lagerstätte oder über die Entstehung von Erzlagern durch Stoffbewegung und Stoffwechsel in den Gebirgsschichten.

Die Materie ändert ruhelos Ort und Verbindung; in jeder Gestalt und Form, in welcher sich die Elementarstoffe begegnen, folgen sie dem ewigen Gesetze der Wechselwirkung. Solches Leben durchzuckt auch die Felsmassen; und schon während der Bildung der dünnsten Lamelle eines Sedimentes oder während der Aufschüttung eines Aschenkraters oder dem Flusse eines Lavastromes werden Umwandlungen der sie zusammensetzenden Verbindungen eingeleitet. Andere Verhältnisse, andere Agentien umgeben das Neuentstandene, es sucht sich denselben anzupassen und wie es den Angriffen der letztern erliegt, wirkt es verändernd zurück auf deren Substanz und Wesen.

In den meisten Fällen gehen diese Umwandlungen sehr allmählig und langsam von statten, so dass erst eine Summe vieler der Beobachtung auffällt.

Ich bringe die Umwandlungserscheinungen, welche die Zusammenziehung der metallischen Bestandtheile der Felsarten bewirken der bessern Uebersicht wegen in mehrere Abtheilungen.

A. Umwandlung der Gesteine in sich, wobei sich ihre einzelnen Bestandtheile aus den früheren Verbindungen lösen und mit von aussen hinzugekommenen Stoffen Erzlager bilden.

In Russland sowie in Deutschland habe ich mancherlei Erzlagerstätten kennen gelernt, welche einfach durch Verwitterung der Felsarten entstanden sind. Die Mineralien aus denen die Gesteine ursprünglich bestanden, wurden durch Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser aufgelösst, wobei sich neue Verbindungen entwickelten. Leichter im Wasser auflösliche Bestandtheile sammelten sich dabei den Gesetzen der Attraktion folgend auf einzelnen Punkten in Menge an, während das Schwer- oder Unlösliche an seinem Orte blieb.

Eins der interessantesten Vorkommen der Art ist durch einen Bergbau bei Volpersdorf im Glatzischen aufgeschlossen, da man das Zersetzungsprodukt eines Serpentines für Eisenstein hielt. Ich gebe davon Tafel V. Fig. 1 eine Skizze.

Der Serpentin dessen Analyse unten folgt, ist nach aussen hin verwittert, seine schwarzgrüne Farbe verbleicht, verläuft durch's Gelbgraue endlich ins Gelbe. Die Festigkeit des Gesteines nimmt dabei allmählich ab, so dass sich dasselbe an der Oberfläche als eine erdige Masse darstellt; die Absonderung des Serpentines hat sich vollkommen erhalten, auf den Ablosungen sind mancherlei Zersetzungsprodukte als: ein chromhaltiges, grünes, weiches Mineral, Kalkspath, Kieselsinter ausgeschieden. Das an den noch frischen Serpentin grenzende Uebergangsgestein umschliesst hier und da hornsteinartige Massen, die weiche, gelbe, ockerige Erde aber

umhüllt grosse Knollen und Sphäroide zum Theil reinen, zum Theil kieselreichen Ankerites, dessen Bildung durch allmählige Zusammenziehung sich an seiner schaligen Struktur und conzentrisch-streifigen Färbung erkennen lässt. Ausser jenem kohlensauren Kalk-Eisen-Magnesiasalze kommen noch derbere Brauneisensteinstücke und Kieselconcretionen vor.

Die von Dr. Ziurek ausgeführten chemischen Analysen der einzelnen Gesteine, welche mir von der Hüttenverwaltung mitgetheilt wurden, weisen folgende Zusammensetzungen nach:

	frischer Serpentin.	Uebergangsgestein.	Ankerit.	Brauneisenocker.
Eisenoxyd .	— — —	10,37	—	22,88
Eisenoxydul .	10,41— 9,64	—	8,53—11,11	3,30
Manganoxydul	1,35— 0,41	0,51	2,10— 0,37	„
Chromoxyd .	Spuren	Spuren	Spuren	3,48
Nickeloxyd .	ditto	ditto	ditto	0,39*)
Kieselerde . .	42,01—38,81	38,15	1,70—15,10	60,71
Kalkerde . .	3,02— 0,95	6,19	25,19—27,06	0,64
Bittererde . .	30,11—36,40	10,34	17,07— 8,83	0,16
Thonerde . .	0,68— 0,30	4,35	0,53—00,00	2,34
Kohlensäure .	— — —	15,75	40,99—30,47	—
Wasser . .	12,41—13,10	13,93	2,30— 6,25	6,10
	99,99—99,61	99,59	98,41—99,19	100,00

Das Uebergangsgestein ist durch Kohlensäure und Sauerstoff zersetzter Serpentin. Die kieselsauren Verbindungen von Kalk, Bittererde und Eisenoxydul, welche den Serpentin darstellen, sind in Eisenoxydhydrat, Kalk- und Bittererdecarbonat umgewandelt, während die früher gebundene Kieselerde nun frei als eine sandige Substanz vorkömmt. Ein Theil

*) An andern Punkten enthält der Ocker Spuren von Chrom und Nickel.

der kohlensauren Magnesia wurde von Regen- und Quellwasser ausgelaugt und entfernt. Wenn man die Analyse des Uebergangsgesteines auf frischen Serpentin reduzirt, so ergiebt sich:

10,37 Eisenoxyd und 1,04 Sauerstoff,		
entsprechen =	9,33	Eisenoxydul,
	0,51	Manganoxyd,
	38,15	Kieselerde,
	6,19	Kalkerde } verbunden mit 15,75
27,64 {	10,34	Magnesia } Kohlensäure.
	17,30	„ welche ausgelaugt ist,
	4,25	Thonerde,
	13,93	Wasser.
	100,00	

Das Stück, welches der Analyse unterworfen ward, würde sich im frischen Zustande sohin nicht wesentlich von dem Serpentine unterschieden habe, wenigstens weicht die reduzirte Analyse nicht weiter von den beiden mitgetheilten Serpentinanalysen ab, als diese unter sich selbst.

Die der Erdoberfläche näheren Lagertheile bestehen wie oben schon erwähnt wurde aus einem Haufwerke von Ocker und darin zerstreuten Chromverbindungen und grossen stockartigen Ankeritpartien. Da das Maasverhältniss zwischen den Ankerit- und Ockermassen nicht bekannt ist, so kann eine Reduction der Ablagerung auf frischen Serpentin nicht vorgenommen werden. Eine Vergleichung der Bestandtheile ergibt aber, dass in diesem Theile der Ablagerung Magnesia und Kalkerde sich mit Kohlensäure, mehr oder weniger Eisenoxydul und Kieselerde als Ankerit angesammelt haben, während der unlösliche Rückstand Kieselerde, Eisenoxydhydrat u. s. w. als ockerige Substanz verblieb. Chrom und Nickel haben sich dabei auch an einzelnen Punkten mehr oder weniger concentrirt.

Der Eisenocker variirt sehr in seiner Zusammensetzung manche Partien desselben sind sehr arm, andere reicher an Eisenoxyd. Letzteres hat sich vorzugsweise in den feinsten Staubtheilen conzentrirt, ist aber hier und da in Form von

Knollen, faserigen und traubigen Massen zusammengesintert, während die Kieselerde sich in gallertartiger Form als hornsteinartige, eisenschüssige Masse ausgeschieden hat.

Aehnliche Oberflächen-Zersetzungsprodukte kommen in den basaltischen Gegenden des Vogelsberges und Westerwaldes in Menge vor, bei denen aber zuweilen die Substanzen den Ort verlassen haben, an welchem sie ursprünglich abgelagert waren.

Die Basaltlaven werden bekanntlich durch die Atmosphäre zerstört, so dass sie endlich bis zu grosser Tiefe in Lehm und Letten, welcher die Absonderung des Basaltes beibehielt, zerfallen*). Im Anfange laugen die kohlensauren Meteorwasser Bittererde und Kalkerde aus, dann folgt Eisenoxydul, alle diese aus der kieselsauren Verbindung geschiedenen Substanzen sammeln sich in tiefern Theilen des Basaltlagers (auf einer Ebene geflossenen Lavastromes) an. Reicht die Zersetzung bis dahin und tiefer herab, so zerfällt der obere Theil des Lagers in einen fast nur aus Labradorstaub bestehenden Lehm, welcher ein aus Concretionen und dünnblätterigen Massen bestehendes phosphorhaltiges, thoniges Brauneisensteinlager bedeckt. Im Basaltconglomerate und in vulkanischen Aschen gehen diese Processe natürlich noch rascher von statten; die als kohlensaures Eisenoxydul gelösten Eisenbestandtheile derselben conzentriren sich in einiger Tiefe und wandeln sich später in Brauneisenstein um, wie Pseudomorphosen des letzteren nach Formen des Sphärosiderites darthun. Tasche**) beschreibt ein Brauneisensteinlager aus der Umgegend von Hungen, welches ohne Zweifel diesen Zersetzungsprozessen sein Dasein verdankt. Die

---

*) R. Ludwig, die jüngern Kalk-, Thon-, Sandstein-, Sand-, Geschiebe- und Lehmablagerungen in der Obergrafschaft Hanau. Wetterau. Jahresbericht 1851, Seite 51. Hanau 1851. — Geologische Spezialkarten des Grossherzogthumes Hessen. Darmstadt bei G. Jonghaus 1851.

**) Vorkommen und Gewinnung von Eisenerzen in dem östlichen Theil von Oberhessen. Notizblatt des Vereines für Erdkunde Nr. 33 u. f. f. Darmstadt bei G. Jonghaus 1856.

zahlreichen zum Theil bebauten Eisensteinlager am westlichen, nördlichen und südlichen Vogelsberge (Grünberg bis Hirzenhain und Birstein) sind, soweit ich sie kennen lernte, auf diesem Wege aus Basalt oder Basalttuff entstanden. Selbst in transportirtem Basaltlehm conzentrirt sich das Eisenoxyd zu schwachen Lagern, zu Concretionen und Knollen; ich kenne solche aus der Wetterau und der Umgebung von Dieburg. Der starkzersetzte Melaphyr von Darmstadt*) enthält hier und da schwache Sphärosidert-, unreine Braun- und Rotheisensteinablagerungen, welche auf Klüften und Ablosungen ausgeschieden sind. Sie verdanken genau denselben Vorgängen ihre Entstehung, welche im Basalte des Vogelsberges und im Serpentin des schlesischen Eulengebirges thätig waren. Auch die Eisenglanzausscheidungen, welche die Absonderungsklüfte des odenwälder Felsitporphyres**) (Gross-Umstadt) in schwachen Lamellen überziehen sind hierher zu zählen.

Die Ausscheidung und Zusammenziehung von Bestandtheilen verwitternder Gesteine beschränkt sich aber nicht allein auf das Eisen, auch Kalk-, Magnesia- und Kieselerde nehmen daran Antheil, wodurch sich Concretionen und Lager von dolomitischem Kalksteine, Opal und Kalzedon bilden.

Ueberall wo den Gesteinen solche Substanzen beigemengt sind, welche durch Zersetzung und andere chemische Prozesse ausgeschieden, neue Verbindungen eingehen und darauf in Wasser gelösst werden können, finden wir ganz dieselben Vorgänge, wie bei den Basalten, Melaphyren, Serpentinen. Die sedimentären Gebirgsformationen sind dann auch sehr reich an Beispielen der Art und da sie zugleich noch durch ihre Gliederung aus verschieden gemischten Schichten chemische Niederschläge und die Bildung von Pseudomorphosen in hohem Grade begünstigen, so treffen wir darin reiche bauwürdige

---

*) Becker und Ludwig geolog. Specialkarten des Grossherzogthums Hessen. Section Dieburg. Darmstadt bei G. Jonghaus 1861.

**) Becker und Ludwig. Section Dieburg.

Erzlagerstätten in weit grösser Menge, als in den Eruptivgesteinen. Wir werden die pseudomorphen Lager weiter unten ausführlicher besprechen, führen hier nur einige andere an, welche entstanden, durch Zersetzung der Gesteine und mehr oder weniger vollständige Auslaugung oder Zusammenziehung der metallischen Bestandtheile.

Am leichtesten finden die atmosphärischen Flüssigkeiten da in die festgeschlossenen, geschichteten Felsarten Eingang, wo Hebungen und Senkungen deren Bau zerbrochen, ihren Schichtenverband gelockert und die ehemals horizontalen Lager mehr oder weniger steil aufgerichtet haben. Desshalb begegnen wir den reicheren Erzlagern, die in Folge des Stoffwechsels entstanden sind, vorzugsweise an solchen Punkten an denen Hebungen, Anschwellungen tiefer gelegener Massen, die obere Erdrinde zertrümmerten.

Wo die Oberflächen mehr horizontaler Lager der Zersetzung ausgesetzt waren, konnten sich durch Auslaugung, Fortspülung des Unhaltigen und Concentration der metallischen Bestandtheile ebenfalls Erzlager entwickeln, sie sind aber in der Regel weniger mächtig und unreiner als in dem andern Falle.

Oberflächen - Zersetzungen mehr horizontalgebliebener Schichten oder solcher, welche aufgerichtet aber nicht zerbrochen eine festgeschlossene Oberfläche darstellen, kommen auf dem rheinischen Schiefergebirge, in der Lenne-, Sieg-, Wiedgegend, am Taunus und Hunsrück sehr oft vor. In den durch Verwitterung zersetzten Grauwacken, Thonschiefern und Taunusquarziten ursprünglich enthalten gewesener Schwefelkies und Sphärosiderit ging durch Sauerstoffaufnahme in auflösliche Verbindungen über und sammelte sich als kieselhaltiges Eisenoxydhydrat und thoniger Sphärosiderit in dem aus dem Zerfallen der Gesteine entstandenen thonigem Sande und sandigem Thone auf einzelnen Punkten, namentlich in sumpfigen Niederungen und Bassins an. Wurden von solchen Flüssigkeiten Kalkgesteine berührt, so wandelten sie sich, sammt den eingeschlossenen ältern Thierresten (Korallen, Muscheln etc.) in Sphärosiderit um, wie bei

Eitorf, Ruppichterod und Homburg in Rheinpreussen; aus welcher Thatsache sich zugleich ergibt, dass die Eisensteinbildung secundär ist und später als die Entstehung der devonischen Gesteine stattgefunden hat.

Am Taunus*) zersetzte sich der Taunusschiefer, ein gewässertes, kieselsaures Eisenoxydul enthaltendes, metamorphosirtes Gestein, in einzelnen flachen, wahrscheinlich ehemals Seen oder Sümpfe enthaltenden Bassins. Die Auflösung der Felsart drang 20 bis 40 Meter in die Tiefe, das Gestein bleichte sich zu einem gelblichweissen Thone, behielt aber gewöhnlich seine Struktur und Schichtung bei. Sein Eisengehalt sammelte sich in der Tiefe unmittelbar über weniger oder unzersetztem Gesteine in sehr unregelmässig gebildeten Lagern an. Die Lager folgen den Unebenheiten der unzersetzten Gesteinsoberfläche, dringen dann und wann selbst mehrere Meter tief in weichere Schichten derselben ein, wodurch sich dem horizontal auf die Schichtenköpfe aufgelagerten Eisensteinflötz nach unten gerichtete zapfenartige Stücke anhängen. Solche Zapfen verwandeln sich aber bald, indem das unzersetzte Gestein die Oberhand über den von oben eingeseihten Eisenstein behält. Nach oben setzen die Lager zuweilen scharf am Dachletten ab, häufiger verlaufen sie in denselben und sind von concretionären im Thone liegenden Gesteinmassen begleitet.

Diese Erze enthalten in der Regel krystallisirte und amorphe Kieselerde, so dass ihr Eisengehalt selten höher als 20 Prozent ist, sie aber wegen 40 und 60 Prozent Thon- und Kieselgehalt zur Eisenfabrikation untauglich sind.

Die am Hunsrück (Simmern) und im Wied'schen und Siegburgischen vorkommenden, thonig-kieseligen Brauneisensteine verhalten sich ganz gleich, ihre Lagerung und chemische Zusammensetzung ist dieselbe.

Das auf Tafel V. Fig. 2, abgebildete Profil einer sehr gut aufgeschlossenen Partie eines solchen Lagers, welches

---

*) R. Ludwig über Eisensteinvorkommen in Böhmen, am Hunsrück und Taunus. Notizblatt für Erdkunde 1857, Seite 289 u. s. f.

über den Coblenzer Schiefer der Umgegend von Montabaur hinliegt, möge als Schema für diese Art der Erzlagerstätten dienen; ich sahe hunderte von Aufschlüssen überall in derselben Weise gebildet. Manche dieser Lager schwellen an einzelnen Punkten bis zu 3 und 4 Meter Mächtigkeit an; in der Regel sind sie aber kaum 1 Meter dick. Die Schichten des devonischen Thonschiefers stehen bei Montabaur ziemlich steil aufgerichtet; sie streichen *hora* 6. Die Oberfläche ist mit ihren Zersetzungsprodukten überdeckt, worin sich jene Brauneisensteinmassen ausgesondert haben. Anderwärts kommen in dieser Gegend aber auch ohne die zwischenliegende Eisensteinmasse, Tertiärthone auf den Schichtenköpfen der Devonformation vor, worin die blätterumschliessenden Sphärosiderite liegen, deren wir oben schon erwähnten. Auch in andern Gegenden, in Sachsen, im Voigtlande, in Thüringen, sind solche Oberflächenbildungen entwickelt, sie finden sich ebenso in Russland, namentlich aber, wo kalkige Gesteine verbreitet sind, wir werden desshalb des russischen Vorkommens später erwähnen und gehen hier zur Besprechung einiger Vorkommen auf aufgerichteten Lagerstätten über.

Im hessischen Hinterlande und im Dillenburgischen wurden und werden zwischen Gladenbach, Biedenkopf und Dillenburg zahlreiche Grubenbaue auf Eisensteine betrieben, welche in den obern Gesteinen der Devon- und der untern der Steinkohlenformation vorkommen. Sie liegen sämmtlich in aufgerichteten Schichtenflächen und sind alle aus der Zersetzung des Gesteines und Auslaugung unhaltiger Massen entstanden. Andere Eisensteinlager dieses Landes verdanken ihre Entstehung der eigentlichen Gesteinsmetamorphose; von ihnen werden wir weiter unten hören.

Ein sehr belehrendes Bild der aus Verwitterung und Auslaugung unhaltiger Bestandtheile hervorgegangenen Eisensteinlager ergibt das Ritschthaler bei Rachelshausen dessen Fortbetrieb einstweilen eingestellt ist. Tafel VI. Fig. 1 stellt dasselbe im Profil dar.

Die Unterlage des oben starken nach der Tiefe hin sich allmählich verschmälernden Eisensteinlagers ist ein in jenen

Gegenden sehr verbreitetes Gestein sedimentären Ursprunges, welches aber durch Umwandlung ein krystallinisches Wesen angenommen hat, der Eisenspilit; aus Augit, Labrador, Eisenoxyd, Kalkspath, Aphrosiderit, Prehnit gemischt. Dieses Gestein ist weiter hin von eruptivem Gabbro durchbrochen.

Das Eisensteinlager selbst besteht aus mürben mulmigen Massen, den zerbröckelte Kieselschiefer-, Eisenspilit- und Schieferthonstückchen, Kalzedon und Karneol beigemischt sind; selten finden sich darin Malachit und Bleiglanz.

Es ist oben am Ausgehenden schwach, schwillt alsdann sehr stark an und verläuft nach der Tiefe wie ein Keil, indem das Gestein, aus welchem es entstand, sich allmählich unzersetzt anlegt. Dieses Gestein ist bläulichgrau feinkrystallinisch und besteht aus kieselsaurem und kohlensaurem Eisenoxydul mit etwas Thon gemischt.

Das ungeschiedene Lager wird im Durchschnitte kaum 25 Procent Eisenoxyd enthalten; die unzersetzte Gesteinschicht, aus welcher es hervorging und nach der Tiefe hin übergeht enthält nach meinen Untersuchungen:

Eisenoxydul . .	21,82	pCt.
Kohlensäure . .	10,12	„
Kieselerde . .	50,46	„
Kalkerde . . .	5,63	„
Talkerde . . .	2,04	„
Thonerde . .	9,35	„
Kohlenstoff . .	0,28	„
	99,70	pCt.

Offenbar ist das Lager aus der Verwitterung dieser Masse entstanden. Die säuernde Wirkung der Luft zerlegte das Eisenkarbonat und verwandelte es in Braun- und Rotheisenstein, dasselbe wiederfuhr dem vorher durch Kohlensäure zerlegten kieselsauren Eisenoxydul, dessen Kieselgehalt sich auf einzelnen Stellen conzentrirte grossentheils aber dem Erze beigemischt blieb.

Der Eisenstein hat in ausgeschiedenen Stücken folgende Zusammensetzung, welche von Otto Dieffenbach ermittelt wurde.

Eisenoxyd	. .	36,43	pCt.
Kieselerde	. .	41,45	„
Thonerde	. .	7,20	„
Kalkerde / Talkerde	. .	3,78	„
Manganoxyd	. .	Spur	„
Hydratwasser	.	11,14	„
		100,00	pCt.

Das Lager wird überall regelmässig von Schichten des Posidonomyenschiefers mit den die Culmformation kennzeichnenden Versteinerungen überdeckt. Die umwandelnde Zersetzung drang nur etwa 28 Meter tief auf demselben herab und nahm naturgemäss nach unten allmählig ab.

In der Nähe kommen noch mehrere derartige Lager vor, welche zum Theil zwischen Eisenspilit und Posidonomyenschiefer eingelagert, zum Theil zwischen Kramenzelschiefer, Kieselschiefer und Posidonomyenschiefer gebettet sind. In letzterem Falle ist die Unterlage nicht metamorphosirt. Es ist dies bei Wallau, Weiffenbach, Eifa und an andern Orten des Biedenkopfer Landes der Fall, wo ein aus Kieselmangan, Eisenkiesel, kieselsaurem Eisenoxydul, Kalk, Natron und Kohle zusammengesetztes, hornsteinartiges, Versteinerungen umschliessendes Sediment in Brauneisenstein, Manganoxyd und Weichbraunstein umgewandelt ist*). Der Kalk-, Natron- und Kohlengehalt ist grossen Theils entfernt, so dass die Absonderungsstücke des Gesteines geschwunden oder von Höhlungen durchzogen sind. Die Eisenoxydul- und Manganoxydulbestandtheile desselben sind in Hydrate, Oxyde und Hyperoxyde umgewandelt. Auf diesen Lagerstätten wurde eine zeitlang ein beträchtlicher, jedoch nicht rentabler Bergbau getrieben, welcher lehrte, dass die durch Atmosphärilien bewirkte Zersetzung der Gesteine nur bis zu geringer Tiefe

---

*) R. Ludwig der Brauneisenstein in Nassau und Oberhessen. Notizblatt des Vereins für Erdkunde und des mittelrheinisch-geologischen Vereins Nr. 3 u. ff. Darmstadt bei G. Jonghaus 1858.

vorgedrungen ist, dass die Kieselmanganschicht tiefer im Gestein unverwittert vorliegt.

Bei Eimelrod lernte ich ein sehr schönes Vorkommen der Art kennen. Der sehr reine Weichbraunstein ist hier stellenweis auf den Absonderungsklüften auscrystallisirt und bildet centnerschwere, dicke und dünne Platten. Kalkspathscalenoëder, welche sich vor seiner Abtrennung aus dem Kieselmangan auf Klüften und Drusen angesiedelt hatten, sind vollständig in Pseudomorphosen von Weichbraunstein verwandelt. An spiessigen Crystallen des letztern sitzen dagegen anderwärts Kalkspathrhomboëder festgewachsen.

Im Eisenspilit eingeschlossene Lager jener Silikatgesteine des Culms, welche unter dem Namen Kieselschiefer bekannt sind, sind in der Regel vollständig in rothe jaspisartige Massen verwandelt, denen unregelmässige Platten von kieselreichem, zuweilen magnetischem Rotheisensteine beigelagert sind. Solche Kieselgesteine sind oft sehr mächtig, sie ragen als schwer verwitternde Massen hoch über das fortgewaschene Nebengestein hervor (Wilhelmstein, Wommelshausen, Herzhausen u. s. w.) und sind oft der Gegenstand des Bergbaues gewesen, welcher aber, weil der sie begleitende Eisenstein schwer zu gewinnen ist, in der neuern Zeit meistens aufgegeben worden ist. In manchen Fällen besteht das Lager aus rothem Schieferthon, von geringer Mächtigkeit in welchem hier und da grosse sphäroidische Partieen kalk- und kieselhaltigen Rotheisensteines liegen. Die Sphäroide sind oft mehr als 40 Meter lang und breit, aber selten über 4 Meter dick; sie setzen sowohl im Streichen als im Einfallen des Schieferlagers ab und erscheinen als mächtige Concretionen des Eisengehaltes. Eisenglanz und erdiger Rotheisenstein bilden in der Regel die Hauptmasse, seltener ist Magneteisen beigemengt.

Der Eisenstein vom Lager Lichtenberg bei Oberscheld im Dillenburgischen enthält nach O. Dieffenbach:

Eisenoxyd . .	50,51	pCt.
Manganoxyd .	0,21	„
Kalkerde . . .	2,17	„

Bittererde . .	1,13 pCt.
Kohlensäure . .	1,66 „
Kieselerde . .	38,00 „
Thonerde . . .	5,00 „
Wasser . . .	1,32 „
	100,00 pCt.

Eine in diese Kategorie gehörende Eisensteinmasse lernte ich bei Auwal in der Nähe von Prag*) kennen. Den silurischen Schiefern dieser Gegend ist ein Schalsteinmandelstein von rothbrauner oder grüner Farbe eingelagert, dem ein rother Thonschiefer und kohlenhaltiger Rotheisenstein folgen.

Der Rotheisenstein enthält ca. 6,30 pCt. Kohle,
7,89 „ Kiesel- u. Thonerde,
7,00 „ Wasser und
78,81 „ Eisenoxyd,
100,00 pCt.

Er ist dicht, in Scherben und Schieferlamellen abgesondert und gleicht den im Eisenstein umgewandelten kalkigen Schieferflötzen des rheinischen Schalsteines. Ihm folgen nach dem Hangenden etwa 2 Meter grüne, milde Thonschiefer und alsdann das 7 Meter starke Schwarzeisensteinflötz, welches dicht, flachmuchlig brechend, schwarzbraun ins Grüne gefärbt und schwach magnetisch ist. Es ist ein Gemenge von Magneteisen, Eisenglanz, Brauneisenstein, Aphrosiderit, Braunspath, Anthrazit, Mangan und Kalzedon. Eine im Laboradorio der k. k. geologischen Reichsanstalt damit ausgeführte Analyse ergiebt:

Kohle	4,62 pCt.
Kohlensäure und Wasser . . .	12,90 „
Kalkerde . . . Kiesel- u. Thonerde	15,71 „
Sauerstoff . . .	16,12 „
metallisches Eisen	50,65 „
	100,00 pCt.

*) Notizblätter des Vereines für Erdkunde Nr. 3 do 1857.

Der Eisenstein keilt sich nach der Tiefe hin aus und ist wahrscheinlich ein Auslauge-Rückstand aus eisen- und kalkhaltigem Thonschiefer. Die Anwesenheit der Kohle gab wohl Veranlassung zur Bildung von Magneteisen, der Rest des Eisengehaltes ist an Kohlen- und Kieselsäure gebunden, Rotheisenstein- und Brauneisenstein-Beimengungen sind secundär.

50,65 Eisen und 16,12 Sauerstoff entsprechen
18,00 Eisenoxyd mit 5,07 Sauerstoff und
48,78 Eisenoxydul „ 11,09 „
16,16 „

18 Eisenoxyd verbinden sich mit 8,1 Oxydul zu Magneteisen, zur Bindung von 40,7 Eisenoxydul sind also noch Kohlensäure und Kieselsäure erforderlich, welche dem Anschein nach in hinreichender Quantität vorhanden sind. Dieses Gestein gibt ein belehrendes Beispiel wie aus Eisenkarbonat und Silikat Magneteisenstein entstehen kann; es scheint als ob dazu die Anwesenheit von Kohlenstoff nothwendig sei. Der Auwaler Rotheisenstein, im Liegenden des Schwarzeisenlagers, enthält Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Schwefelkieswürfeln, er gehört einer Kategorie von Erzen an, welche weiter unten noch ausführlicher besprochen werden soll.

Einige sehr schöne Beispiele der Umwandlung und Concentration des Eisengehaltes von Lagerstätten sahe ich im Gouvernement Perm bei Kiselowsk, bei Nischni-Parogi an der Uswa, bei Lunjenskoi-Prisk und bei Gubacha an der Koswa. An den eben bezeichneten Punkten, wie noch an mehreren anderen sind durch Bergbau oder Schurfarbeit die Lagerungsverhältnisse der in Rede stehenden Eisenerzmassen bekannt geworden. Ich wähle die von drei Hüttenbesitzern gemeinschaftlich ausgebeuteten Eisenerzlager von Kiselowski-Rudnick unter denselben aus, weil sie beiweiten die ertragreichsten und mächtigsten, auch die am vollständigsten untersuchten sind. Die Lagerung habe ich auf Tafel VII, Fig. 1 dargestellt.

Das Liegende des Erzlagers bildet ein in starke Bänke geschichteter grauer oder schwarzer Kalkstein mit *Productus*

gigas, welcher am Ural auf Sandstein mit demselben Brachyopodenresten ruhend, das unterste Glied der Carbonformation ausmacht.

Bei Kiselowsk, wie auch in den nördlich und südlich angrenzenden Landbesitzungen der Herren Lazarew und Nikita Wsewolojski biegen sich die Schichten der Carbonformation in mehrere dem Hauptstreichen des Ural (*hora* 12) parallelen Falten, von denen wir an den Eisensteinbergwerken einen Sattel im Productuskalke und eine Mulde im Stigmariensandsteine vor uns haben.

Der Productuskalk ist öfters durch schwarze Schieferthon- und anthrazitreiche Thon- und Kieselschiefer-Lager von $^1/_8$ bis 1 Meter Dicke unterbrochen. Solche Lager kommen vielfältig mit seinen Bänken abwechselnd vor und können leicht für verwitterte Steinkohle gehalten werden, sind auch Veranlassung zu erfolglosen Schürfversuchen gewesen. Auf dem Kalke liegt, eine hier ausnahmsweise 37 Meter dicke an anderen Punkten, schwächere, gewöhnlich kaum $1^1/_2$ bis 2 Meter starke, Lage bröcklichen Schieferthones von bläulichschwarzer Farbe mit Hornstein und schwarzem Kieselschiefer (Lydit) und vielem, als feinster Staub und kleine Cryställchen eingestreutem, leicht verwitterndem Schwefelkies (Wasserkies). Dieses Gestein ist gegen den Stigmariensandstein hin, durch einen tiefen Stollen und an einem andern Platze durch einen Schacht aufgeschlossen. Bei Lunjenskoi-Prisk (östlich Lithwinsk) etwa 16 Werst von der Grube Kiselowsk aber auf demselben Erhebungssattel sahe ich es ganz unverändert in 5,75 Meter Stärke anstehen; es umschliesst daselbst verkieselte und verkieste Pflanzenreste. Im tiefen Stollen der mittleren Lazarew'schen Grube, welcher auf unserer Zeichnung angegeben ist, durchfuhr ich zuerst den mit 42° westlich einfallenden Productuskalk, erreichte dann ein mehrere Dezimeter starkes Eisensteinlager, welches aus, in thonigen Massen zerstreutliegenden Brauneisensteinknollen besteht, alsdann mit Kieselschiefer und Brauneisensteingeoden durchwebten, bröcklichen, gelben Schieferthon,

endlich schwärzlichen Schwefelkies enthaltenden Schieferthon, der von Stigmariensandstein überlagert wird.

Der Stigmariensandstein entspricht dem deutschen flötzleeren Sandstein und bildet die Unterlage der produktiven Steinkohlenformation; auch bei Kiselowsk findet sich über den Eisenerzen ein, gute Schwarzkohle führendes, jedoch schwaches Flötz, welchem endlich der Quarzitschiefer folgt. Der Bau der Kohlenmulde von Kiselowsk wird in einem andern Abschnitte dieses Buches ausführlicher besprochen werden; hier haben wir es vorzugsweise mit den Eisenerzen zu thun und kehren desshalb zu diesen zurück.

Das schwefelkieshaltige Schieferthonlager streicht in *hora* 12 zwischen Kalkstein und Sandstein eingeschlossen und tritt an vielen Punkten durch Bergbau aufgeschlossen zu Tage; es sind zwischen Kiselowsk und der Koswa viele noch betriebene und noch mehr eingegangene Gruben auf demselben, welche man grossentheils auf dem 16 Werst langen Wege von Kiselowsk nach Gubacha an der Koswa berührt.

Gegen die Oberfläche verwandelt sich der Schwefelkies in Brauneisenstein, eine Erscheinung, welche überall in allen Schwefelkies führenden Schichten bemerkt wird und welcher die so häufig vorkommenden Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Schwefelkies, ihre Entstehung verdanken. Das Schwefeleisen verbindet sich mit Sauerstoff und Wasser der, in aufgerichtete und zerborstene Schichten eindringenden Atmosphärilien, wird dadurch zu Eisenvitriol und Schwefelsäure, welche durch kohlensaure Kalk- oder Magnesia-Salze (Kalkstein und Dolomit) unter Gyps und Bittersalzbildung in kohlensaures Eisenoxyd zerlegt wird. Wahrscheinlich entsteht aber auch im Gesteine ebenso, wie in den Vitriolsiedereien, aus dem, der Sauerstoffeinwirkung blosgestellten schwefelsauren Eisenoxydule, fünffach-basisch-schwefelsaures Eisenoxyd woraus sich dann sehr leicht Eisenoxyd abscheidet. In dem Kiselowsk'er Schieferthonlager haben beide Bildungen stattgefunden; es entwickelten sich im etwas mergeligen Schieferthone Körnchen

und conzentrisch - schalige Linsen von thonigem Sphärosiderite, rothes Eisenoxyd und unmittelbar auf dem Productuskalke und unter dessen Einflusse Sphärosiderite, welche später durch den mit Meteorwasser eindringenden Sauerstoff der Luft in Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat) umgewandelt wurden. Die Sphärosideritgeoden wurden von aussen nach innen fortschreitend in Brauneisenstein umgesetzt; letzterer bildet desshalb conzentrisch-schalige Knollen von oft sehr beträchtlicher Grösse und bis zu der des Hanfsamens, worin sich nicht selten noch erdige oder dichte Kerne von Eisenkarbonat finden. Das Innere solcher Geoden ist, wenn sie in obern Lagertheilen befindlich waren, dann und wann ganz oder theilweise entleert; es wuchsen alsdann zierliche Gestalten von *stalaktitischem Glaskopfe*, *Stilpnosiderite* oder von *faserigem Brauneisensteine* in dieselben herein. Seltener sammelten sich darin Crystallisationen von *Graubraunstein*. Brauneisenstein, pseudomorph nach Schwefeleisen kommt ebenfalls namentlich in der Nähe des Productuskalkes vor; solchen Stücken umschliessen gewöhnlich noch Schwefelkies; sie sind derb und erdig, nie faserig und zeichnen sich immer, auch wenn kein Schwefeleisen mehr in ihnen wahrgenommen werden kann, durch einen starken Schwefelsäuregehalt und etwas Kieselerde aus. Mit solchen Stücken ausgeführte chemische Untersuchungen wiesen nach

Eisenoxyd .	80,4—	77,6	pCt.
Manganoxyd	0,3—	1,2	„
Kieselerde .	2,5—	1,9	„
Schwefelsäure	4,4—	5,0	„
Thonerde .	1,6—	1,1	„
Wasser . .	10,8—	13,2	„
	100,0	100,0	

die Schwefelsäure ist mit dem Eisenoxyd verbunden.

Sehr oft ist der Eisenstein mit Thon und Quarz innigst gemengt, so dass die zur Verhüttung gelieferte ausgeschiedene Erzmasse im grossen Durchschnitte nur etwa 52 Prozent Eisenoxyd oder 35 bis 36 Prozent metallisches Eisen enthält.

Die Eisenerzknöllchen und Geoden finden sich, wie schon erwähnt am meisten zusammengedrängt am Kalke. In oberer

Tiefe überlagerten sie den Kalk in einem sehr mächtigen Rolllager; das heisst, sie fanden sich ausgespült und mehr von anhängendem Thone gereinigt in grossen Massen zu unregelmässig verlaufenden Haufwerken angesammelt, was lange Zeit zu der Vermuthung Veranlassung gab, als ob das Eisenerz auf einem die Kalkschichten schneidenden Gange vorkäme. Solche Lager verdanken ihre Entstehung der Zerstörung der Felsmassen, welche den Ural ursprünglich bildeten; sie sind die Reste schwerer Rückstände, welche bei der Seite 36 dieses Buches erwähnten Abwitterung der Berge und Höhen zurückblieben, während die leichteren Theile fortgewaschen wurden. Wir werden diese Erscheinung noch öfters zu beobachten und zu besprechen Gelegenheit finden.

Die im Schieferthone anfangs zerstreuten Schwefelkiespartikelchen fanden durch Umwandlung in Eisenvitriol Gelegenheit, ihren Eisengehalt um Kalkknöllchen zu Sphärosiderit oder Brauneisenstein zu concentriren. In solche wachsende Eisensteinmassen ward Thon, Kiesel, Kieselschiefer eingeschlossen; sie nahmen aber auch Kieselerde auf, welche aus der Zersetzung des Gesteines als lösliche Modification hervorging, und hieraus entstanden die thonigen und kieseligen Erze, welche den beiweitem überwiegenden Bestandtheil jener Lagerstätten ausmachen.

Man baut jetzt die oberen Parthien des Lagers durch einen ausgedehnten, über 60 Meter tiefen Tagebau ab, während man früher durch Streckenbau die bessern Lagerstücke verfolgte und allein herausnahm. Diese bessern Stücke waren als regellos, im Thon und aufgeweichtem Schieferthone verlaufende Scheiben und Putzen eingelagert. Das jetzt abgehobene Thonlager enthält nur noch kleinere Knöllchen Erz, die, durch Klauben und Waschen gesondert, nur von geringem Gehalte sind. Manche Parthien des Thones liefern nur staubfeine Brauneisensteinkörnchen, manche auch grössere Drusen und Knollen. Je mehr sich der Abbau dem hangenden Sandsteine nähert, desto ärmer findet er das Lager, zuletzt besteht es nur aus einem gelben, viel Kiesel umschliessenden Thone.

Die Erzgewinnung ist gegenwärtig von geringerem Umfange als früher; sie beträgt auf 4 Gruben jährlich ungefähr 2,250,000 Pud, woraus etwa 780,000 Pud oder 12,850,000 Kilogramme zur Stabeisen- und Blechfabrikation taugliches Roheisen dargestellt werden.

Das mit dem ebengenannten im Zusammenhange stehende Stück des Eisensteinlagers bei Lungenskoi-Prisk ist schwach und wegen starken Schwefelgehaltes nicht bauwürdig; das auf der südlichen Fortsetzung desselben liegende Stück bei Gubache sehr kieselhaltig; das bei Nischni-Parogi in dem wald- und steinkohlenreichen aber menschenarmen Uswathale unter ähnlichen Verhältnissen vorkommende führt einen sehr beachtenswerthen Rotheisenstein, welcher theils als reiner Eisenglanz, theils durch Eisenkiesel und Quarz verunreinigt auftritt.

Die Concentration des Kupfergehaltes geht in manchen Gebirgslagern in einer ähnlichen Weise von statten, wie die des Eisen- und Mangangehaltes, welche wir bis jetzt beschrieben haben.

Im hessischen und nassauischen Hinterlande, sowie im waldeckischen und cölnischen Sauerlande kommen Kieselschiefer des Culm vor, welche einige Procent Kupferkies nebst Schwefelkies und seltener etwas Gold eingesprengt enthalten. Die Gesteine sind gewöhnlich reich an Kohlenstoff, und verdanken wohl ihren Metallgehalt kleinen Algen, welche während des Niederschlages des Sediments die Schwefelmetalle ansammelten. Stadtberge, Goldhausen bei Corbach, Dexbach bei Biedenkopf, Kölschhausen bei Braunfels sind Punkte, an denen das Vorkommen durch Bergbau aufgeschlossen ist.

Ich wähle Dexbach als Beispiel für das Vorkommen.

In der Nähe dieses Ortes liegt zwischen dem oberen Devon'schen und dem Culmschiefer eine 10 Meter dicke Schicht kohlenreichen Kieselschiefers, welche in einer Tiefe von etwa 15 Meter Schwefelkies, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, gediegen Kupfer, Kupferroth in so grosser Menge fein eingesprengt enthält, dass ihr Kupfer-

gehalt etwa $3^1/_2$ bis 4 Procent beträgt. Die Erze bilden kleine Drusen, schmale, sehr kurze Quarztrümmchen, und feine Funken im Gestein; sie können nur durch Pochen und Schlämmen nutzbar gemacht werden, weil die sie einhüllende, höchst strengflüssige Felsart keine Verhüttung erlaubt. —

Nach oben sind die Erze des steil aufgerichteten Lagers in Malachit und Lasur umgewandelt, der Eisengehalt hat abgenommen, die Kohle ist grösstentheils ausgewittert.

Die aus dem Schwefelkupfer entstandenen kohlensauren Salze, Malachit und Kupferlasur, sammelten sich nunmehr auf der Oberfläche der Absonderungsstücke des Gesteins an; im Innern derselben kommen nur seltener eingesprengte Malachitfünkchen, zuweilen aber noch unverändertes Schwefelmetall vor. Zur Umwandlung der Schwefelmetalle in kohlensaure Salze bedarf es einer ganzen Kette von chemischen Prozessen. Wir sehen sehr häufig Schwefeleisen unter Beibehaltung seiner Form in Brauneisenstein oder Eisenglanz, Kupferkies sehr oft in ein Gemenge von Kupferoxyd und Eisenoxydhydrat umgewandelt. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Metalloxyde während dieser Vorgänge den Raum verlassen, welchen die Flächen der Schwefel- und Kupferkieskrystalle begrenzen. Dagegen wandert der Schwefel mehr oder weniger vollständig aus, Sauerstoff und Wasser kommen herein.

Wenn Sauerstoff mit Doppeltschwefeleisen in Berührung kommt, entsteht Schwefelsäure und Eisenvitriol. Diese Art Zersetzung kann sehr häufig in den Mineraliensammlungen und in der Natur beobachtet werden; sie bewirkt sehr gewöhnlich die Selbstentzündung von bituminösen Lagern, Braun- und Steinkohlen und ist sohin mit einer beträchtlichen Wärmeentwicklung verbunden. Auch der Kupferkies zersetzt sich auf diese Art, wobei Eisen- und Kupfervitriol entstehen.

Kohlensaurer Kalk, kohlensaure Alkalien fällen aus den genannten Vitriolen Eisen- und Kupferkarbonat, von denen sich das erstere in der Sauerstoff enthaltenden Luft leicht

zu Oxydhydrat umwandelt, während das kohlensaure Kupfersalz unverändert bleibt.

Das Schwefelkupfer findet sich in den Gesteinen als:

Halbschwefelkupfer, $Cu_2S.$, Kupferglanz,
Einfachschwefelkupfer, Cu.S., Kupferindig,

oder in Verbindung mit Schwefeleisen als:

Buntkupfererz, $3 (Cu_2S) + Fe_2S_3$,
Kupferkies $Cu_2S + Fe_2S_3$,

Es ist in allen diesen Modificationen als Versteinerungsmittel von Pflanzen eingewachsen, also aus der wässerigen Lösung durch die Pflanzenasche präzipitirt. Diese Verbindungen zersetzen sich zum Theil auf die oben angedeutete Weise, namentlich scheinen das Buntkupfererz und der Kupferkies mit welchem die Karbonate, Malachit und Kupferlasur so häufig vergesellschaftet sind, vorzugsweise diesem Umwandlungsprozesse zu unterliegen, zum Theil scheinen sie durch die schwachen hydroelektrischen Strömungen im Erdkörper zersetzt zu werden. Namentlich möchte dadurch aus Kupferglanz und Kupferindig gediegen Kupfer und Rothkupfererz gebildet werden; aus denen dann unter veränderten Umständen wiederum Malachit und Lasur entstehen.

Das gediegen Kupfer kann durch die hydrolektrische Säule in Rothkupfererz verwandelt werden, Kupfermünzen, welche lange in der Erde gelegen haben, sind oft von Rothkupfererzkrystallen bedeckt, das Kupferoxydul verwandelt sich leicht in Kieselkupfer und Malachit, wie unzählige Vorkommen in der Natur bezeugen. Sehr oft haben grössere Malachit- und Kieselkupferstücke einen Kern von Rothkupfererz, worin sich dann und wann Körner gediegen Kupfer finden. Ich habe aus den Gruben von Nischni-Tagilsk solche Stücke entnommen, wo gediegen Kupfer, Kupferroth, Kieselkupfer Malachit von innen nach aussen aufeinander folgen.

Fast auf allen Kupfererzlagerstätten beobachtet man diese Aufeinanderfolge der Zersetzungsprodukte, man findet an den antiken Bronzen und Kupfergefässen, welche lange in der Erde lagen, ähnliche Verwitterungsprodukte, man darf also annehmen, dass auch Kupferglanz und Kupferindig, wenn

auch schwieriger als die Schwefelkupfer-Schwefeleisen-Verbindungen sich in Malachit und Kieselkupfer verwandeln. Zuweilen ist mit dem Malachite Kupferlasur vergesellschaftet, sie findet sich auch an den broncenen Kochgeschirren und Statuen, welche in den Ruinen von Pompei gefunden werden. Herr Dr. Senft hat, wie er mir mündlich mittheilte, dieses Salz künstlich bereitet, indem er Kupfer in Amoniacksalze enthaltenden Substanzen oxydiren liess; in amoniackfreien Stoffen zur Oxydation kommende Kupferspähne lieferten nur Malachit. Diese Beobachtung ist geologisch wichtig, denn sie erklärt das häufigere Vorkommen von Kupferlasur in Sedimenten mit viel thierischen Resten und belehrt uns, dass da, wo dieses blaue Carbonat des Kupfers in crystallinischen Silikaten und auf Gängen ausgebildet ist, thierische Fäulnissproducte mitwirkten. Die pompei'sche Kochgeschirre, welche im Museum zu Neapel aufbewahrt werden, sind merkwürdiger Weise meistens an ihrem Boden von Kupferlasur, oben an den Wänden von Malachit bedeckt. Die Bronce-Statuen überzogen sich mit beiden Salzen, die Lasur ist seltener auf ihnen entstanden. Vielleicht enthielten die Töpfe noch Speiseresten.

In dem verwitterten Theile des Dexbacher Kieselschieferlagers haben sich Malachit und Kupferlasur meistens auf den Absonderungsflächen des Gesteines angesammelt. Beide Salze treten an dieser secundären Lagerstätte in ihrer eigenthümlichen Crystallform auf, weil die aus dem Innern der Theilstücke herausgewitterten Substanzen Atom für Atom in neue Mischung eingingen und Zeit fanden diese in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit zu entwickeln. Auf diesem Wege conzentrirte sich dann der grössere Theil des Kupfergehaltes des Gesteines in dessen Haarspalten und Absonderungsklüftchen, so dass jetzo mit Hülfe von Schwefel- oder Salzsäure das Metall leicht gewonnen werden kann.

Auf Tafel VI habe ich in Fig. 2 einen Profilriss des Dexbacher Lagers gegeben. Da der Kieselschiefer, ein aus Silikaten, freier amorpher Kieselerde und Kohle bestehendes Gestein durch Verwitterung kaum Bestandtheile verlieren

kann, so ist der ihm durch sie zugefügte Stoffverlust kaum bemerkbar, die Mächtigkeit des Lagers blieb daher unverändert, sein Kupfergehalt vermehrte sich nicht wesentlich. Das Metallische tritt in veränderter Mischung nur in einem für die technische Gewinnung geeigneteren Zustande auf als vorher.

Auch in andern Gesteinen, in Sandstein, Mergel, Kalk, Gneus, Granit und Syenit erlitten die ursprünglich geschwefelten Kupfererzlager ähnliche Umwandlungen, nicht immer aber war damit eine Verbesserung des Erzes für technische Zwecke verbunden.

In Russland birgt das Rothliegende der permischen Formation, Lager von erdigem Malachit und Kupferlasur, von denen oben Seite 30 u. f. f. schon die Rede gewesen ist. Das ursprünglich über Pflanzen ausgefällte Schwefelkupfer wurde im Laufe der Zeit in diesen Gesteinen vollständig in Carbonat und vanadinsaueres Salz umgewandelt. Diese neuentstandenen Mineralien sind zum Theil pseudomorph nach Pflanzenresten, zum beiweitem grössern Theile aber in feinen Pünktchen, Knöllchen und Scheiben in den Mergeln und Sandsteinen des Rothliegenden vertheilt und nur an einzelnen Stellen zu reicheren bauwürdigen Lagern conzentrirt. Der Umwandlungsprozess ging hier wohl denselben Weg wie in den Kieselschieferlagern von Dexbach, in den Kupferflötzen von Frankenberg, Thalitter, Hohenelbe, Hermannnseifen u. s. w. Eine Verminderung der Quantität unhaltiger Lagerbestandtheile fand nicht statt, die Schwefelmetalle änderten sich nur in Oxyde, Carbonate u. s. w. um.

Eine etwas andere Richtung nahm die Zersetzung der kupferkieshaltigen Schwefelkieslager im silurischen Kalke bei Nischni-Tagilsk im Ural. Auf Tafel VIII habe einen senkrechten Querdurchschnitt dieser reichen Kupferlagerstätte gegeben.

Das Kupferlager liegt abwechselnd ärmer und reicher durch das Land hin und streicht im Allgemeinen in *hora* 12; es ist an einen, auf Thonschiefer ruhenden Kalksteine, welcher für silurisch gehalten wird, gebunden. Ich sammelte

aus diesem Kalkgesteine eine *Chaetetes* in wenig gut erhaltenen Exemplaren, einen sehr grossen *Pentamerus*, welcher dem *Pentamerus samojedicus* Keyserling nahe steht, einen grossen *Productus*; eine *Sanguinolaria*, eine *Natica*, einen *Turbo*, eine *Murchisonia*. Diese Formen wurden bisher noch in keinem andern als dem uralischen Kalke aufgefunden; sie können also kaum zur Altersbestimmung dienen. Das Vorkommen von *Pentamerus* veranlasste Murchison und andere Geologen jene Kalklager, welche im Gebiete der crystallinischen Silikatgesteine des östlichen Ural lange, schmale Mulden ausfüllt, zu der silurischen Formation zu stellen. Die Lagerungsfolge, welche sie unter die Devonschichten ordnen müsste, wurde noch nirgends direkt beobachtet, die Fauna der paläozoischen Formationen des östlichen Urals ist noch wenig bekannt; den fraglichen Schichten konnte also ihre Stellung im Systeme noch nicht mit Sicherheit angewiesen werden. Der Kalkstein tritt in der Umgebung von Nischni-Tagilsk, auf der Besitzung des Fürsten Demidoff häufig zu Tage; er nimmt hier und da crystallinische Struktur an und wird sogar zu körnigem Kalke. In den crystallinischen Partien sind oft die Versteinerungen noch kenntlich, in den fest- und loskörnige dagegen immer gänzlich verwischt. An allen Punkten an denen das Ausgehende des Kalkes beobachtet wurde enthält er eingesprengten Kupferkies, Kupferlasur und Malachit, in seinem Hangenden unternommene Schürfe haben an mehreren Stellen brauchbare Kupfererzvorkommen nachgewiesen. Sowohl der Petrefacte führende als der crystallinisch gewordene Kalk enthält Schieferthon, talkartige Mineralien und Aphrosiderit eingesprengt oder auf den Schichtenflächen abgelagert.

In den jetzt über 180 Meter tiefen Schächten des Kupferbergwerkes bei Nischni-Tagilsk sahe ich auf dem Versteinerung führenden Kalke zwei Schwefelkieslager übereinander anstehen. Auf diesen Lagern fand ein Abbau statt, sie konnten also an mehreren Stellen untersucht werden. Ihre Mächtigkeit schwankt von 2 Dezimeter bis zu 10 Dezimeter; sie sind sowohl vom liegenden Kalke, als von dem Diorit-

gesteine, welches in ihrem Hangenden auftritt, durch mehrere Meter dicke, talk- und choritreiche, etwas bituminöse Thonschieferschichten getrennt, zwischen beiden befindet sich eine ähnliche an manchen Punkten von Kalkspath und Schwefelkies imprägnirte Schieferschicht, deren Mächtigkeit zwischen $^1/_4$ bis 1 Meter schwankt. Hangendes und Liegendes sind fest und frisch: bis in diese Tiefen drangen die Umwandlungsprocesse, denen das obere mächtige, malachitreiche Lagerstück sein Dasein verdankt noch nicht vor, man hat also hier das Lager, wie es ursprünglich beschaffen war, vor sich. Die Lagerstätten des Erzes können mit Gängen nicht verwechselt werden; sie laufen den Schichten des Kalksteines und Thonschiefers vollkommen parallel und sind von dem, vielleicht als Lava über sie hin geflossenen Diorit, durch eine Thonschieferschicht getrennt.

Der Schwefelkies ist in dünnen Lagen, in conzentrischschaligen, nierenförmigen, traubigen Körpern und hier und da in Crystallgruppen in das Schiefergestein eingewachsen, rein oder durch Kalkspath, grüne und graue Schieferthonmasse und Quarz verunreinigt. Ihm ist ein Kupfergehalt von ein bis drei Prozent eigenthümlich, woraus man auf innig beigemengten Kupferkies schliessen muss. Eine Analyse dieses Erzes ist noch nicht ausgeführt; die Hüttenprobe gab aber immer jenen geringen Kupfergehalt an.

Ich zweifle nicht, dass die Schwefelmetalle dieser Lager in einem flachen Küstenbassin des alten Meeres durch Algen angesammelt wurden, wie alle ähnlichen Lager in alten und jüngern Sedimenten; halte aber für wahrscheinlich, dass schon vorher, ehe sie vom Diorite bedeckt wurden, ein Theil des ihnen anfangs beigemischten Kalkes ausgelaugt und fortgewaschen worden ist, oder dass sich später auf Veranlassung der, in den Erdschichten thätigen electrischen Strömungen die Schwefelmetalle aus dem Nebengesteine mit ihnen vereinigten, wodurch die Lager reicher und mächtiger werden mussten.

Anfangs gingen die Kiese, die Kalkschichten bedeckend unter dem Diorite zu Tage aus, nachdem aber Jahrtausende

von Jahrtausenden hindurch Verwitterung und andere Umwandlungsprozesse thätig gewesen waren, hat sich das Lager in einer eigenthümlichen Weise verändert und seine jetzige Gestalt und Zusammensetzung erlangt.

Wo es, nach der, durch die Erhebung des Ural bedingten steilen Schichtenaufrichtung von schwerer zerstörbarem Diorite bedeckt blieb, fand es einen grösseren Schutz gegen die fortschwemmende Gewalt der Tagewasser als da, wo ihm leichter zerstörbare schieferige, schalsteinartige Felsarten, vielleicht dioritische Tuffe oder Talk- und Chloritschiefer folgen. An letzteren Punkten ist desshalb das Lager schwächer, oft kaum bauwürdig; an ersteren aber vermischten sich die Zersetzungsprodukte des Kalksteines mit denen des Diorites und bilden in dem weiten trichterförmigen Verwitterungskessel eine mächtige Erzablagerung. Ich habe oben (Seite 36) schon darauf aufmerksam gemacht, dass grosse Quantitäten des uralischen Gesteines zum Bau der permischen Formation verwendet worden sind, dass die uralische Kette, wenn alle diese Gesteinfragmente ihr wieder aufgesetzt werden könnten, um Tausende von Fussen höher sein würde als sie jetzt erscheint. Ich werde bei Betrachtung der Goldlager nochmals darauf zurückkommen, nehme hier nur von diesen Vorgängen Act und knüpfe daran die Bemerkung, dass während jener allmähligen Zerstörung und Erniedrigung des Gebirges, die schweren Schwefelmetalle ihrer ursprünglichen Lagerstätte zunächst zurückbleiben mussten, während die leichteren Gesteine in die Ferne entführt wurden und dass sich an dieser Auswanderung in die Ebenen nur die in Vitriole umgewandelten Metalle, insofern sie von Quellen und Bächen ausgelaugt wurden, betheiligen konnten.

Die Gestalt des Lagers, welche in der Tafel VII mitgetheilten Zeichnung nach den Grubenrissen dargestellt ist, wurde durch dessen fast vollständigen Abbau erkannt. Das Lager ist im Horizontalabschnitte eine langgezogene sehr spitze Ellipse, deren grössere mit dem Schichtenstreichen zusammenfallende Achse 600 Meter misst, während ihre kürzere an der weitesten Stelle ungefähr 96 Meter Länge hat. Nach

der Tiefe zieht sich das Lager allmählig zusammen und setzt auf den Schwefelkiesmassen des unzersetzten Gesteines in geringer Mächtigkeit ab. Die Schichten des Kalksteines wurden durch die aus dem Schwefelkiese freigewordene Schwefelsäure und durch Kohlensäure der atmosphärischen Niederschläge angegriffen. Der Diorit unterlag der Umwandlung und der Zerstörung durch dieselben Agentien; es entstand dadurch eine anfangs schmale sich allmählig mehr und mehr erweiternde und immer tiefer nach unten keilförmig vordringende und an Ausdehnung gewinnende Masse des zersetzten und aufgelösten Gesteines. Beträchtliche Theile dieser Substanzen, namentlich Kalk, Eisenvitriol, Gyps, Magnesiasalze wurden nun von Wasser und Säuren aufgelösst und in die Ferne geführt, während das schwerer oxydabele Kupfer mit Kalksteinbrocken, Thonerde, Kieselerde u. a. schwerlöslichen Substanzen zurückblieb und sich in der entstandenen Vertiefung ausbreitete. Allmählig sammelte sich auf diese Weise der Kupfergehalt eines viele Hundert Meter hohen Lagerstückes ganz oder theilweise an und vermischte sich mit Auslaugerückständen aus dem Nebengesteine. Diese Massen überdeckten die durch die Zersetzung entblösten Schichtenköpfe des Kalksteines, so dass sie in oberen Tiefen das Ansehen eines die Schichten durchschneidenden Ganges besitzen; sie überlagern die abgenagten Theilungsstücke des Diorites. Die Kupfertheilchen, welche in den Raum hereingekommen waren, verwandelten sich entweder in gediegen Kupfer oder in Rothkupfererz, Kupfermalachit und Kieselkupfer. Kupferlasur kommt an tiefern Stellen der Ablagerung nicht vor, sie fand sich mehr nach dem Ausgehenden, Kupferglanz und Kupferkies sind selten. In geringer Höhe über dem Schwefelkieslager ist der angefressene Kalkstein vielfach von einer mehrere Dezimeter dicken Lage m e h l a r t i g e m oder g a n z l o s e z u s a m m e n h ä n g e n d e m, e r d i g e m M a l a c h i t begleitet. Dieses erdige, kohlensaure Kupferoxyd hat die grösste Aehnlichkeit mit dem durch kohlensaure Kalkerde aus Kupfervitriollösung frisch gefällten Niederschlage und ist wahrscheinlich ein solcher. Wir erlangen durch ihn Gewissheit darüber,

dass der Malachit auf diese Weise gebildet werden kann. Der erdige, theils dunkelgrüne, theils sehr blassgrüne, ins Bläuliche schimmernde Malachit enthält viel kohlensaure Kalkerde und ist öfters durch Gelbeisenstein verunreinigt

In der Nähe des Lagers, soweit es aus Thon und Malachit besteht, ist der Diorit stark zersetzt, oft kugeligschalig, ockerfarbig, wie solche Gesteine bei der Verwitterung immer zu werden pflegen; in der Tiefe über dem Schwefelkieslager ist er frisch und fest, massig abgesondert. Der Diorit besteht aus Albit und Augit; er enthält oft viel crystallinischen kohlensauren Kalk, welcher aus der Zersetzung des Albites entstanden sein dürfte.

Das eigentlich bauwürdige Kupfererzlager ist aus einem Gemenge von Thon, Schieferthon, Kalkstein, Quarz, Hornstein, Eisenstein, Malachit, Kupferlasur, Rothkupfererz, gediegen Kupfer, Kupferglanz und einigen andern Kupferverbindungen gebildet.

Der Thon ist meistens gelb, braun, roth, grau, seltener weiss und grün gefärbt; er enthält Glimmer und Talkblättchen inng beigemengt.

Der Schieferthon theilt die Farben mit dem Thone; er ist ebenfallls reich an Talk- und Glimmerschüppchen und umhüllt die in ihm liegenden Malachit-, Hornstein- und Eisensteinpartien in dünnen Schalen, welche sich deren Oberfläche innigst anschmiegen und auf dem Querschnitte ganz das Ansehen einer stark geknickten und verbogenen Schichtung besitzen. Glimmer und Talkblättchen gaben ihm oft das Ansehen von Talkschiefer. In oberen Tiefen herrschte der Thon, in unteren waltet der Schieferthon vor, in beiden ist Malachit und Kupferroth in kleinen, bis stecknadelkopf grossen, Körnchen eingesprengt, welche man leicht ausschlämmen kann.

In beiden kommen Kalkstücke von unbestimmter Gestalt nicht selten vor.

Der Quarz ist weiss, amorph und mit dem Kieselkupfer und Hornsteine verwachsen; er bildet Scheiben und unbestimmt geformte Stücke.

Der Hornstein ist eine durch thonige Beimischung und Eisenoxydhydrat verunreinigte, dichte, splitterige, halbdurchscheinende Quarz- oder Kalzedonmasse, welche mit Brauneisenstein, Kieselkupfer und Quarz, seltener mit Malachit verwachsen, grosse Scheiben und Knollen im Thone und Schieferthone bildet. In ihm kommen gediegen Kupfer und Rothkupfererz vor; er scheint sammt dem Quarze aus einer in die thonige Masse eingedrungenen allmählig erhärteten Kieselgallerte entstanden oder ist vielmehr der auf einzelnen Punkten des Lagers gesammelte kieselige Zersetzungsrückstand des Diorites.

Der Brauneisenstein umgibt meist die Kupfererze; er findet sich aber auch in reinern oder weniger kupferhaltigen Partieen für sich allein. Er kömmt in Geoden, Scheiben, Drusen und Körnchen, oft als ockerige, erdige Masse vor, bildet aber meistens den färbenden Bestandtheil des Thones und Schieferthones. Seine Entstehung verdankt er ohne Zweifel zumeist der Zersetzung des Schwefelkieses, es darf jedoch angenommen werden, dass der beiweitem grössere Theil der Umwandlungsprodukte jenes Schwefelmetalles in Lösung fortgeführt worden ist.

Manche der im Thone liegenden Brauneisensteingeoden sind zerklüftet; zuweilen sind diese Klüfte von dendritischem oder wo sie weiter sind von crystallisirtem gediegen Kupfer, Kupferroth oder Malachit ausgefüllt. Wahrscheinlich waren solche Brauneisensteingeoden früher Schwefelkies mit einem grösseren Kupferkiesgehalte. Bei der Umwandlung der Schwefelmetalle in Brauneisenstein und der Abscheidung des Schwefels sammelte sich das Kupfer als der am schwersten oxydirbare Bestandtheil in gediegenem Zustande an. Die rundum geschlossenen Geoden in den Thon fest eingehüllt, hatten wohl kaum Gelegenheit von aussen irgend einen Zuwachs zu bekommen, letzterer würde sich leichter auf ihrer Aussenfläche als in ihrem Innern angesammelt haben.

Kupferglanz kommt selten in grösseren und kleineren unbestimmt geformten Stücken vor; er ist in der Regel von feinen messinggelben Körnchen, welche wohl Kupferkies

sein dürften, durchwachsen und von Malachit überzogen und durchsprengt. Es ist möglich, dass diese seltenen Kupferglanzstücke unzersetzte Reste des kupferhaltigen Schwefelkieslagers sind, steht aber auch der Ansicht nichts entgegen, welche sie aus Malachit, Rothkupfererz oder gediegen Kupfer durch die aus der Verwesung von Pflanzen entstandenen, in die Lagerstätte von oben eingedrungene Schwefelalkalien entstehen lässt.

Kupferkies ist dann und wann in kleinen Stücken gefunden worden.

Das gediegen Kupfer ist meistens in Brauneisenstein eingehüllt, auf dessen inneren Spaltungsklüften es auscrystallisirte. Die Crystalle besitzen die von G. Rose*) beschriebenen und abgebildeten Formen der Ikositetraëder-Zwillinge, welche häufig zu dendritischen Massen verwachsen erscheinen. Es setzt aber auch unbestimmt geformte, dünnere und stärkere Scheiben und Körnchen im Innern von Rothkupfererzstücken zusammen und findet sich kaum ein Stück Kupferroth, worin nicht noch Spuren des gediegnen Kupfers vorkämen. Die Farbe des Metalles ist in der Regel die demselben eigenthümliche rothe, doch finden sich auch Crystalle mit lebhaft glänzendem, goldgelbem Ueberzuge. Mit dem gediegnen Kupfer vorkommende Oktaëder von Kupferroth sind an ihrer Crystallform, ihrem Glasglanze und ihrer Durchscheinheit, wobei ihre Rubinfarbe stärker in die Augen fällt, leicht zu erkennen.

Das Kupferroth bildet sehr häufig den Kern von Kieselkupfer und Malachit; es ist dann immer derb, dicht oder körnig, tief dunkelcarminroth bis schwarzroth. Es kömmt verwachsen mit Quarz (Kalzedon) und Hornstein vor in Geoden, welche von festerem Schieferthon und Brauneisenstein schalig umgeben sind. Solche derbe Massen sind im

*) Reise nach dem Ural und Alttai, auf Befehl Seiner Majestät des Kaisers von Russland ausgeführt 1829 von A. v. Humboldt. G. Ehrenberg und G. Rose. I. Band Seite 313. Berlin bei C. W. Eichhoff 1837.

Innern zuweilen von Höhlungen durchzogen, in denen sich grössere und kleinere Crystalle ausbildeten. Ich fand ausser dem Oktaëder, die Combination von Oktaëder, Würfel und Ikositetraëder, welche G. Rose im ersten Theile seiner obeu angezeigten Schrift über den Ural auf Taf. II. Fig. 5 abgebildet hat. Die Crystalle sind 0,2 bis 0,5 Centimeter gross, sehr glänzend und scharf; keilförmig verlängerte Oktaëder sind nicht selten, Zwillinge aber scheinen nicht vorzukommen. Gewöhnlich enthält das Kupferroth gediegen Kupfer eingewachsen und eingesprengt, welches häufig als das Mineral erscheint, aus dem das Oxydul entstand. Zuweilen aber erfüllen dendritische Formen des Kupfers Spalten im Kupferrothe, wo es dann offenbar ein Product späterer Reduction ist. Es lässt sich annehmen, dass zur Bildung von Malachit oder Kieselkupfer zwei Atome Kupferoxydul ihren Sauerstoff an ein Atom Kupferoxyd abgaben, wobei ein Atom gediegen Kupfer frei werden musste. Inneren Höhlungen derber Stücke des rothen Oxydules sind dann und wann haarförmige, zu Büscheln verbundene, seidenglänzende Malachitcrystalle aufgewachsen.

Das Kupferroth ist sehr häufig mit mehr oder weniger Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat gemischt, sogenanntes Ziegelerz oder Kupferbraun. Solche Mischungen gehen aus der Zersetzung des Kupferkieses und Buntkupfererzes unmittelbar hervor; es mögen sich dabei zuweilen die Kupferoxydulatome von den Eisenoxydatomen getrennt und reiner ausgesondert haben, wie Geoden von Brauneisenstein mit Schalen unreineren, nach innen fortschreitend reiner werdenden, endlich crystallisirten Rothkupfererzes vermuthen lassen.

Das von den verschiedenartigsten Metallsalzen und Verbindungen durchsprengte Haufwerk in dem Verwitterungsraume zwischen Diorit und Kalkstein gewährte der Wirkung chemischer und elektrischer Kräfte ein weites Feld; wir können sohin annehmen, dass die Metalle und Metallsalze ihre jetzige Mischung und Gestalt verschiedenen und sehr von einander abweichenden Prozessen verdanken. In den Crystallisationsgefässen der Kupfervitriolfabriken fällt bekanntlich

öfters, indem beim Vitriolisationsprozesse entstandenes schwefelsaures Kupferoxydul sich in schwefelsaures Kupferoxyd umwandelt, gediegen Kupfer zu Boden; dieselben oder ähnliche Ausscheidungen sind auch in dem Gesteine durch die Säuerung von Schwefelkupfer zn erwarten.

Das Kieselkupfer begleitet Quarz, Kalzedon und damit verwachsenes Kupferroth sehr gewöhnlich; es ist in engeren und weiteren Spalten, welche die Thon- und Schieferthonmasse des Lagers nach allen Richtungen durchziehen, sowie auf den Oberflächen und im Innern von Knollen, Geoden und Drusen abgelagert. Scheiben desselben, von oft kaum messbarer Dicke, zuweilen aber auch von beträchtlicher Stärke, erscheinen als Ausfüllung von Haarspalten und Klüften des Lagergesteines. In grösseren Höhlungen gewinnt das in conzentrischen Schalen abgesetzte Mineral traubige, aus vielen Kugelsegmenten gebildete oder stalaktitische Formen. Schon in der Grube unterscheidet sich das Kieselkupfer durch seine lichtere, leuchtendere Färbung vom dunkleren Malachite. Die Stalaktiten sind zuweilen hohl, so wie die, welche sich in Kellergewölben aus kohlensauerem Kalke bilden. Solche hohle Kalkstalaktiten entstehen, indem auf der Oberfläche eines Tropfens das gelöste Kalkhydrat sich mit der Kohlensäure der Luft verbindet und als Kalkkarbonat auscrystallisirt; die Höhlung dient der später zudringenden Flüssigkeit als Abzugskanal. Die darin fliessenden Lösungen dringen in die von den Cryställchen der zuerst abgelagerten Haut, gelassene Zwischenräume nach der Oberfläche vor und verstärken den Ueberzug durch Absatz ihrer Bestandtheile. Auf diese Weise entstehen jene conzentrischschaligen feinfaserigen, in der Mitte durchlochten Zapfenformen des Kieselkupfers wahrscheinlich ebenfalls. Die conzentrisch-schaligen, traubigen Ueberzüge auf Quarz und Rothkupfererz verdanken ihre Structur offenbar ähnlichen Vorgängen.

Das Kieselkupfer findet sich aber auch als dichte splitterigbrechende, durchscheinende Masse im Quarz, Malachit und Kupferroth eingewachsen, Klüfte und Hohlräume erfüllend,

als feine Kügelchen und Körnchen im Thon und Schieferthon des Lagers. Diese dichte Modification des Minerales entstand wahrscheinlich indem Kieselgallerte oder ein in Wasser aufgelöstes kieselsaures Alkali mit Kupferoxydul oder einem Kupfersalze dessen Säure von dem Alkali stärker als vom Kupferoxyde angezogen ward, in Berührung kamen. Die stalaktitischen und traubigen Gestalten verdanken wahrscheinlich ähnlichen chemischen Vorgängen ihre Entwicklung. Denn, wenn in einen, mit schwacher Natronsilicat-Lösung gefüllten Hohlraum durch feine Oeffnungen tropfenweise Kupfervitriollösung eintritt, so müssen sich hohle stalaktische oder traubige Gestalten von kieselsaurem Kupferoxyd bilden, während sich der Hohlraum allmählig mit Glaubersalzlösung anfüllt. Die Farbe des amorphen Kieselkupfers ist dunkelgrünlichblau bis dunkelblaugrün, des faserigen, stalaktitischen himmelblau bis smaragdgrün, spangrün bis weisslichgrün. Auf dem Querbruche wechseln diese Farben in conzentrischen Zonen ab. Der Glanz ist der des Wachses.

Kupfermalachit ist das am häufigsten auf diesem Lager vorkommende Erz; er ist in der Regel stalaktitisch, traubig, nierenförmig, in Kugeln von Stecknadelknopfgrösse bis zu Kopfgrösse. Man fand ein Stück von mehr als zehn Cubikmeter Rauminhalt und mehr als 30,000 Kilogram Schwere. Die kleinsten Körnchen, sowie auch die grössern Stücke sind conzentrisch-schalig und faserig, zuweilen jedoch auch dicht mit ebenem oder flachmuschligem Bruche. In messbaren Crystallen ward das Erz noch nie gefunden. In den Drusen des Rothkupfererzes stellt es sich in garbenförmigen oder auseinanderlaufend strahligen Büscheln oder nur haarförmig dar. Die faserige Varietät ist oft so rein und in grösern Stücken so dicht, dass daraus die schönsten geschliffenen Gegenstände, Vasen und Tischplatten gefertigt werden können. Die conzentrischen Streifen, heller und dunkler gefärbt geben diesen Schmucksachen ein sehr gefälliges Ansehen, indem sie sich auf der Oberfläche als zierliche Ringe und Masern darstellen. Die dichtern Varietäten sind gewöhnlich von dunklerer Färbung und an den Kanten dünner Splitter durchscheinend.

Die Oberflächen der von ihnen gebildeten traubigen und stalaktitischen Massen sind glatt, wie geflossen, während die faserigen Massen rauh und wegen den hervorstehenden feinen Faserspitzen sammtartig oder wenigstens schimmernd erscheinen. Die Fasern der grössern Stücke laufen von verschiedenen Punkten aus, treffen sich und schneiden sich ab. Sehr oft kommen freistehende Stalaktiten vor, noch öfter aber sind kleinere Stalaktiten in faserige oder dichte Malachitmasse eingewachsen. Die Stalaktiten haber immer eine feine trichterförmige Höhlung in ihrer Achse, wodurch offenbar das Kupfersalz zugeführt worden ist. Die Farbe des Minerales wechselt vom Smaragdgrün zum dunkeln Pistaziengrün; der Glanz zwischen Atlas- und Wachsglanz.

Der erdigen oder schaumigen Varietät des Malachites habe ich oben (Seite 170) schon gedacht; sie ist von lichterer oder dunklerer Farbe, je nach der Quantität des zugemengten kohlensauren Kalkes.

Der Malachit findet sich auf haarfeinen Klüften von kurzer Länge und Tiefenersreckung, als Ausfüllung mächtigerer Spalten und Höhlungen, in Kugeln und traubigen Gestalten, im Thone und Schieferthone zerstreut, umgeben von gelbem und rothem Eisenocker, überzogen von einem schwarzen, tropfenförmigen Minerale, welches nach G. Rose durch etwas Wasser und Kobalt verunreinigtes Kupferoxyd ist.

Die den Malachit umgebenden Thon- und Schieferthonpartieen sind gewöhnlich conzentrisch-schalig, sie bilden desshalb im Querschnitte vielfälltig geknickte und verbogene Schichten, an denen man erkennt, wie der von ihnen umschlossene Malachit allmählich an Masse zunehmend seine Umgebung zusammenpresste. Die grösseren Malachitpartieen schliessen öfters Thon- und Schieferthonstücke ein. Ziegelerz oder reineres Rothkupfererz kommt selten mit jenen traubigen und stalaktitischen Formen vor; das Kupferoxydul ist aber häufig von kleineren Partieen dichten und faserigen Malachites begleitet, welche sich auch mit Kupferglanz und Kieselkupfer verwachsen finden. Viele Brauneisenstein- und Hornsteinknollen sind von Malachit durchsprengt und bedeckt;

das Erz ist überhaupt durch die ganze Masse des mächtigen Lagers verbreitet.

In einer Tiefe von 80 Meter unter Tage fand sich das grösste Stück Malachit, was wohl je beobachtet worden. Es war eine Platte von 1 Meter Dicke, 5 Meter Länge und $2^1/_3$ Meter Breite, deren Gewicht etwa 30,000 Kilogram betrug. Die geneigtliegende Platte stand nach oben mit mehreren dünneren sich nach ihr hin allmählig verdickenden Spaltenausfüllungen in Verbindung. Sie ist selbst eine Spaltenausfüllung im Thone und Schieferthone, welche wahrscheinlich anfänglich kleiner und dünner, durch allmählige Stoffanziehung zu jenem collosalen Umfange anwuchs und dabei das weiche nachgiebige Nebengestein zusammenpresste. Auch dieses Stück hatte keinen eigentlichen Kern von Kupferroth und ist wahrscheinlich wie manche andere grössere, stalaktitische Stücke durch Ablagerung von kohlensaurem Kupferoxyd aus einer Auflösung entstanden. Ich besitze ein Bruchstück davon, welches ich der Güte Seiner Excellenz des Herrn General von Rachette zu Nischni-Tagilsk verdanke. Die Farbe dieses Stückes ist smaragdgrün; es ist langfaserig und vom schönsten Seidenglanze, sehr dicht und rein.

Andere grössere Stücke von 200 bis 300 Kilogram Schwere wurden mehrere aufgefunden, jetzt sind aber Stücke von 10 Kilogram schon sehr selten. Ich hatte das Glück bei der Befahrung der Grube ein reines schönes Stück von etwa 4 Kilogram Schwere in einer Spalte zu finden. Es ist eine etwa 5 Centimeter dicke Platte, deren längste Seite in einem Winkel von etwa 65° geneigt stand. Das Stück war 2 Dezimeter lang und $1^1/_2$ breit. Seine obere Seite war von Ziegelerz und Brauneisenstein bedeckt, aus welchen zahllose hohle Stalaktiten ausgehen, die nunmehr in einer dichten conzentrisch gestreiften Malachitmasse eingewachsen liegen. Die nach unten gekehrte Seite ruhte auf gelbem, kalkhaltigen Schieferthon, gegen welchen die Oberfläche kleintraubig, geflossen, getropft und glatt absetzt. Im Thone befanden sich, getrennt von diesem Stücke, unzählige schrotkorngrosse und kleinere Kügelchen von Malachit und Kieselkupfer. Während

die obere, an das Ziegelerz grenzende Partie der Scheibe feinfaserig ist, wird die dem kalkigen Liegenden zugekehrte, aus dichtem Malachite gebildet. Dieses Stück scheint entstanden zu sein, indem eine kohlensäurehaltige Flüssigkeit aus dem Ziegelerze, doppeltkohlensaures Kupferoxyd bildete und fortführte.

Die Flüssigkeit traf auf kalkigen Thon und weil das Kalkbicarbonat leichter löslich ist, als Kupferbicarbonat, so schied sich Kupfercarbonat aus, während Kalkbicarbonat in Lösung überging. Also auch diese Masse ist, wie alle anderen dieses Lagers in einer weichen, schlammigen Umgebung und keineswegs in einer Höhlung entstanden, förmlich sich Raum schaffend in diese hineingewachsen, man erkennt das auch an grösseren und kleineren, in sie eingeschlossenen Thonstückchen.

Kupferlasur fand sich nur in höheren Theilen des Lagers theils erdig, seltener in den von G. Rose. Band 1, Tafel VI, Fig. 3 seiner oben genannten Schrift abgebildeten Formen. In den grössern Tiefen, welche man jetzt bebaut, habe ich dieses Kupfersalz nicht auffinden können. Die Kupferlasur entsteht gleichzeitig mit Malachit oder aus letzterem, wahrscheinlich unter Einwirkung amoniackalischer Flüssigkeiten, sie wird sich sohin vorzugsweise in obern Lagertheilen finden, wo Verwesungsproducte von Thieren Eingang hatten.

Libethenit kommt nach G. Rose ebenfalls auf Malachit aufgewachsen zu Nischni-Tagilsk vor; es ist wahrscheinlich, dass in obern Teufen des Lagers, wo aus der Verwesung von Thier- und Pflanzenresten entstandene Phosphorverbindungen eindrangen, aus kohlensaurem, phosphorsaures Kupferoxyd gebildet werden konnte.

Brochantit, welcher als basisch-schwefelsaures Kupferoxyd ein Zersetzungsproduct des Kupferglanzes darstellt, hat sich wiewohl selten, in mehreren ausgezeichnet schönen Drusen auf dem Kupferlager gefunden. Ich habe dieses seltene Mineral in der Sammlung der Demidoff'schen Bergwerksverwaltung zu Nischni-Tagilsk gesehen.

Die kleinen, durchsichtigen, smaragdgrünen Crystalle sind auf Kupferroth aufgewachsen.

Ueber die Entwicklung dieses mächtigen, umfangreichen Kupferlagers braucht dem vorher schon Angeführten kaum noch etwas zugefügt zu werden; es ist an sich klar, dass es aus der Zersetzung des dem silurischen Kalke aufgelagerten kupferhaltigen Schwefelkieslagers hervorging. Es umfasst aber wahrscheinlich den grössern Theil des Kupfergehaltes eines, durch Erosion zerstörten viele hundert, vielleicht mehrere tausend Fusse hohen Gebirgstückes, worauf oben schon hingewiesen wurde. Die bei der Zersetzung der Schwefelmetalle durch die atmosphärischen Einwirkungen freigewordene Schwefelsäure, frass Kalkstein und Diorit an, zerstörte sie, lösste sie auf und liess nur deren schwer- oder unlösliche Theile zurück. Thon, Talk, Glimmer, Kieselerde, Kupfer- und Eisenerze bilden nun in der lang-ovalen trichterförmigen Oeffnung eine Masse, worin die mannigfaltigsten im Vorhergehenden angedeuteten chemischen und hydroelektrischen Vorgänge Jahrtausende lang ihr Wesen treiben konnten.

Das Lager ist bis zu einer Tiefe von 150 Meter ziemlich vollständig abgebaut; man gewann daraus vom Jahre 1814 bis Schluss 1859 103,868,923$^1/_2$ Pud Kupfererz, woraus 3,670,830 Pud reines Kupfer dargestellt wurden. Das Erz hat demnach einen Durchschnittsgehalt von 3,21 Procent. Das Gewicht des in 45 Jahren gewonnenen Kupfers beträgt 120,036,141 Zollpfund oder = 60,018,070 Kilogram und da ein Cubikmeter gegossenes Kupfer 8790 Kilogram wiegt, so nimmt es einen Raum von 6828 Cubikmeter oder 437,992 Darmstädter Cubikfuss ein; es würde eine Kugel von 94$^1/_2$ Fuss oder etwa 23$^3/_5$ Meter Durchmesser darstellen.

Das auf dem westlichen Ural bei Gumeschewsk bebaute Kupfermalachitlager, aus welchem, das im Museum der kaiserlichen Bergingenieurschule zu St. Petersburg aufbewahrte grosse Malachitstück, stammt, habe ich nicht besucht. Nach G. Rose's Beschreibung ist es dem von Nischni-Tagilsk ganz gleich, auch dort liegen die Malachit, Kupferlasur und Rothkupfererzknollen vermischt mit Eisenstein u. s. w.

in einem eisenschüssigen Thone ein Kalksteinflötz umgebend, welches im chloritischen Schiefer aufsetzt. Wahrscheinlich wird man auch hier in der Tiefe die Schwefelmetalle antreffen, aus deren Zersetzung die Malachite entstanden.

Auf der Jacowleff'schen Kupferhütte zu Werch-Issetsk bei Jekatarinburg lernte ich ähnliche Kupfererze wie die vorher beschriebenen kennen. Sie sind einer von mir nicht besuchten Grube entnommen, welche etwa 25 Werst von jener Hütte in nordwestlicher Richtung am Ural liegt. Das Kufererz ist einem mürben Chloritschiefer eingewachsen und besteht in grösserer Tiefe aus derbem kupferhaltigem sehr leicht verwitterndem Wasserkiese (Schwefelkiese), welcher auf der Hütte stark geröstet und zur Schwarzkupferarbeit verwendet wird. In höheren Abtheilungen des Lagers ist der Kies zersetzt, das Lager enthält erdigen und faserigen Malachit, Rothkupfererz, Ziegelerz und Kupferlasur in derben fingerdicken Stücken eingesprengt in sehr verwitterten Chloritschiefer. Die Kupferlasur ist meistens vom Malachit getrennt in sehr weichen Schieferstücken, also wahrscheinlich auch aus den obersten Partieen des Lagers.

In den weiten menschenleeren Strecken des uralischen Gebirges sowohl, wie auch in den dasselbe begrenzenden Steppen des Kirgisenlandes kommen ohne Zweifel noch ähnliche auf die gleiche Weise entstandene mächtige Kupfererzlager vielfach vor; ich besitze grosse Geoden von prachtvollem Malachite, die ich der Gefälligkeit eines reisenden Kaufmannes verdanke, welcher sie aus der Kirgisen-Steppe und aus dem südlichen Ural mitgebracht hatte. Solche Malachitknollen finden sich nach seiner Angabe viele über die weite Fläche jener Länder verbreitet.

In der Nähe von Darmstadt, bei Reichenbach im Odenwalde ist auf dem Wechsel von Syenit und Granulit ein mächtiges Quarzlager, welches, wie zahlreich eingeschlossene Pseudomorphosen belehrend entstand, indem Kieselerde ein Schwerspathlager verdrängte. Der Syenit führt in der Nähe dieses Quarzes Kupfer- und Schwefelkies, welcher in der-

selben Weise, wie die gleichen Schwefelmetalle des Ural in gediegen Kupfer, Rothkupfererz, Ziegelerz, Kupferlasur und Malachit übergegangen sind. Der Syenit ward dabei zu einer thonigen Masse, welche sich der Auslaugung der Metallsalze durch Schwefel- oder Salzsäure leider wiedersetzt, so dass dieses zwar weniger mächtige, aber in Beziehung auf Erzgehalt den uralischen nicht nachstehende Kupfererzvorkommen sich nicht mit Vortheil ausbeuten lässt.

Die Art des Erzvorkommens erinnert lebhaft an das uralischer Kupfererzlager, die einzelnen Mineralien bliden auf die gleiche Weise geordnete Gruppen, nur mit dem Unterschiede, dass alle Verhältnisse beschränkter erscheinen.

Auch die uralichen Gold- und Platinlager, deren oben Seite 48 u. f. f. schon ausführlich gedacht worden ist, gehören zu denjenigen Bildungen von welchen wir uns soeben unterhalten haben. Die in den feinen Sandablagerungen dieser Seifenwerke vorkommenden Gold- und Platinstücke sind wie sich aus ihrem Gewichte und ihrer Grösse, im Vergleiche zu dem Gewichte der sie einhüllenden Sandkörnchen, schliessen lässt, nicht aus grossen Entfernungen transportirt; sie sind die schwersten Rückstände der Felsarten, welche bei der Zerbröckelung des Uralgebirges durch Erosion und atmosphärische Wirkungen liegen blieben, während leichtere Felsartenbruchstücke durch Fluss- und Bachströmungen in die Ferne geführt, an neuen Lagerstätten Conglomerate des verschiedensten Alters bilden halfen. Wie unermesslich gross die Massen sind, welche der Ural zum permischen Rothliegenden, zur russischen Trias und allen jüngern und jüngsten Formationen hergab, habe ich oben schon erwähnt; wie gering der Goldgehalt der Schichten unter dieser Voraussetzung gewesen sein muss zu berechnen versucht. Das Gold war wahrscheinlich an Schwefelkies gebunden, im Chlorit- und Talkschiefer eingewachsen, während Platina mit Serpentin verbunden vorkömmt.

Die goldhaltigen Schwefelkiesgeschiebe konnten am Ural um so leichter von den Chlorit- und Talkschieferlagern auch auf Granit und Kalkstein transportirt werden, als letztere mit

ersteren häufig in schmalen Bändern wechsellagern. Das zuweilen in Granit-, Chlorit-, Thonschiefer (Beresowsk)*) vorkommende Gold scheint, da es bis jetzt nur in oberer Tiefe reichlich, niedersetzend aber in nur geringer Menge angetroffen worden ist, so dass manche Goldgänge sich bei geringer Tiefe vollständig schliessen, jenen Lagerstätten, welche unter einer Decke von Goldseifen anstehen, von oben her in gelösstem Zustande, als Chlorgold etwa, zugeführt worden zu sein. Es ist nach G. Rose's Ermittelungen an den Schwefelkies und dessen Zersetzungsproducte gebunden.

Diejenigen meiner Leser, welche bezweifeln sollten, dass sich mächtige und weit ausgedehnte Lager von Geröll und Schutthaufen auf dem Festlande entwickeln können, verweise ich auf Bildungen derart, welche unter unsern Augen in den Alpen der Schweiz, Tyrols, Apuliens, Calabriens und den Höhen Siciliens vor sich gehen. Die hohen Spitzen der Alpen werden unaufhörlich von Nebel, Regen, Schnee und Frost benagt. Das sie zusammensetzende Gestein zerbricht in kleine Stücke die durch ihre eigene Schwere oder durch Regen und Schneeschmelzen in engen Tobeln, Schrunden und Rosseln zu Thale geführt werden. Dort ergreift sie der Giesbach und rollt sie in das flachere Land oder in tiefe Landseen. In den Wildbachthälern bilden sie mächtige, breite Lager, welche jedem Bergreisenden auffallen müssen. Auf beiden Seiten der Alpen kommen solche Kies- und Geschiebbänke abwechselnd mit Thon, Sand und Sandstein, Landpflanzenreste umschliessend, von mehr als tausend Fuss Mächtigkeit vor. Ich kenne andere in den Alpen von Calabrien *(Reggio, Castrovillari, Monte rotonde, Castellucio, Lagonegro, Auletta, Evoli)* und in der Umgebung von Messina und Catania auf Sicilien, welche durch spätere Ereignisse (Bodenhebung) zerrissen, jetzt in tiefgespaltenen Schluchten ihre mehrere hundert Meter erreichende Mächtigkeit wahrnehmen lassen. Alle diese italienischen Geröllager ruhen auf jüng-

---

*) G. Rose, Reise nach dem Ural etc. Seite 181 u. f. f.

sten und jüngern Meeresabsätzen und sind Alluvionen der Quartärperiode. In den Fiumaren, welche in der Regel nur im Herbste und Winter Wasser haben, werden sie weiter und weiter zu Thale und endlich in's Meer geführt.

B. Umwandlung der Gesteine von aussen, wobei durch Zuführung metallischer Stoffe Erzlager hervorgerufen werden.

In allen Fällen, wo von aussen zugeführte metallische Bestandtheile in einer Gesteingruppe oder Formation Erzlager bilden sollen, muss ein Glied des Schichtenverbandes Stoffe enthalten, womit es auf die eingewanderten Metallsalze anziehend und niederschlagend wirkt, wogegen es selbst von seiner Substanz in die Auflösung zur Auswanderung abgibt.

Diejenigeu Felsarten, welche nun vorzugsweise als Präzipitationsmittel für lösliche Metallsalze dienen, fehlen keiner aus Wasser abgesetzten Formation, während sie den durch Wind zusammengetriebenen Dünen- und Wüstenbildungen gänzlich abgehen und in vulkanischen Gesteinen nur in Folge starker Zersetzung eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Metamorphosirte Gesteine insofern sie aus Sedimenten entstanden sind besitzen zuweilen noch bedeutende Lagerstücke derselben, während sie in metamorphosirten Eruptivgesteinen nur in kleinen unbedeutenden Partieen und mehr gangartig erscheinen. Diese Felsarten sind der Kalkstein und der Dolomit. Beide bilden in den Formationen mächtige Lager und schwache mit Thon und Sandstein oder Geröllschichten abwechselnde Bänke.

Wenn von aussen Stoffe in den festgeschlossenen Schichtenbau der Formation eindringen sollen, so ist eine Lockerung des Verbandes unerlässlich und dieser geschieht bekanntlich immer durch Hebung der Schichten, wobei immer grössere und kleinere Spalten entstehen. Wir finden aus diesem Grunde die reichen Erzlager dieser Art immer in der nächsten Nähe solcher Hebungen, auf den Punkten, an denen die, in dem Dachgesteine der Kalk- und

Dolomitflötze zerstreuten Metallverbindungen gesäuert, vom Wasser ausgelaugt und nach der Tiefe geführt werden können, oder da, wo Lösungen metallischer Stoffe oberflächlich Kalk und Dolomit überströmen. Mehrere schöne Beispiele von der letztern Bildungsweise eines bauwürdigen Eisensteinlagers lernte ich auf den Besitzungen des Herrn Nikita Wsewolojski bei Lithwinsk im Ural kennen.

Auf Tafel VII in Fig. 2 habe ich das eine, Wsewolodowski-Prisk abgebildet.

An diesem Punkte bildet der Productuskalk der uralischen Carbonformation die Oberfläche des Landes; er liegt mit flacher oder steiler geneigten Schichten weit verbreitet und senkt sich gegen Westen unter den Stigmariensandstein beziehungsweise dessen unteres Glied den schwefelkiesreichen Thon und Kieselschiefer. Ueber eine flache Einsenkung in dem Kalksteine, dessen Schichten 45° westlich einfallen, hin ist ein Lager von Brauneisenstein ausgebreitet, welches aus der Einwirkung verwitternden Schwefeleisens auf den Kalk entstand. An einer durch einen 8 Meter tief hinabreichenden Schacht aufgeschlossenen Stelle dringt der Eisengehalt sogar auf einer Spalte oder Kluft in den Kalkstein ein. Die Erze, Brauneisenstein in derben Stücken, in conzentrisch-schaligen Knollen mit Kalksteinkernen, als Pseudomorphose nach Korallen der Carbonformation, vermischt mit Thon und Lehm, bedecken die Schichtenköpfe des Kalksteines auf einer ziemlich umfangreichen theils durch Tagebau, theils durch Schurfgraben aufgedeckten Fläche. Darüber liegt ein eisenschüssiger mit kleinen Eisensteinkörnchen vermischter Lehm.

Der Brauneisenstein ist $^1/_2$ bis 3 Meter mächtig. Die Kugeln in derberen Stücken sind zuweilen von Schwefelkies durchsprengt und erscheinen dann als Pseudomorphosen nach diesem als Gerölle auf den Kalk transportirten Minerales. Von den Geoden wird kohlensaurer Kalk, erdiger Sphärosiderit und Thon, seltener Kalzedon oder Quarz eingeschlossen. Ein sehr reines Stück des Erzes hat folgende Zusammensetzung:

Eisenoxyd . . .	79,6	pCt.
Manganoxyd . .	0,4	„
Kieselerde . . .	1,6	„
Thonerde . . .	1,4	„
Schwefelsäure .	5,6	„
Wasser	11,4	„
	100,0	pCt.

An dem Schwefelsäuregehalt erkennt man leicht den Ursprung des Minerales; es ist unter Mitwirkung des Sauerstoffes durch Kalk aus schwefelsaurem Eisenoxydul gefälltes Eisenoxydhydrat.

Die Anwesenheit von in Eisenstein umgewandelter Korallen *(Harmotites gracilis)* bezeichnet den Kalkstein der Steinkohlenformation als das Fällungsmittel. Das Vorkommen von Pseudomorphosen gibt die Gewissheit, dass das Metallische aus den durch Verwitterung zerstörten kieshaltigen Thonschichten unter dem Stigmariensandsteine entnommen ist.

Auf der ungefähr 20 Werst westlicher liegenden Grube Ursia bei Lithwinsk wiederholt sich diese Bildung. Dort ist ein mulmiger Theil des an der Oberfläche unter einer Lehmdecke weit verbreiteten Lagers reich an in Eisenstein ungewandelten Versteinerungen des Productuskalkes.

In der Sammlung des Herrn Dr. Auerbach zu Moskau lernte ich in Brauneisenstein umgewandelte Bergkalk- und Zechsteinstücke aus dem Gouvernement Tula und Orenburg kennen, welche die besterhaltensten Versteinerungen beider Formationen umschliessen und erfuhr, dass in beiden Gegenden solche Umwandlungsproducte verbreitet und in bauwürdigem Reichthume vorkommen, wegen Holzmangels aber nicht benutzt werden können.

Offenbar sind diese Lager in ähnlicher Weise entstanden, vielleicht war nur das vom Kalke gefällte Eisensalz ein anderes z. B. Eisenbicarbonat, vielleicht aber war es auch wie in unserm Falle Eisenvitriol, worüber eine Analyse bald Aufschluss geben möchte.

Auch anderwärts sind solche Erze nicht selten. Ich erwähne von deutschen Vorkommen nur folgende:

Brauneisenerze in Vertiefungen auf dem devonischen Kalke. Diese Erze bilden 10 Meter mächtige sackartige Ausfüllungen im Stringocephalenkalke. Die Lager von Griedel und Oes bei Butzbach, von Fellingshausen bei Giessen, von Wülfenrath, Velbert und Ratingen in Rheinpreussen, von Hermannstein, Villmar und Oberbrechen im Nassauischen, gehören hierher; sie erscheinen als, durch Thon, Mangan, Kalk, Quarz, Kalzedon, seltener durch Schwefelkies und Schwerspath verunreinigte Anhäufungen von mulmigem und derbem Brauneisenstein, welcher hier und da in faserigen und ockerigen Rotheisenstein übergeht.

Rotheisenstein als Oberflächenbildung auf devonischem Kalke zu Rodheim bei Giessen. Der starkzerklüftete zu Tage ausgehende Stringocephalenkalk ist oberflächlich und auf Klüften bis zu 30 Meter Tiefe in Rotheisenstein und Eisenglanz umgewandelt. Von den Absonderungsklüften verläuft das Eisenerz nach dem Innern der Kalkstücke. Während diese innen noch reiner unveränderter Kalk sind, wurden an ihren Flächen die Versteinerungen, Korallen *(Favosites cervicornus)* Kriniten, Goniatiten, ganz in Eisenglanz, Rotheisenstein und manganhaltigen Brauneisenstein verwandelt. Zuweilen sind mächtigere Klüfte und unregelmässig verlaufende Höhlungen gänzlich mit sehr werthvollen zu Ludwigshütte bei Biedenkopf zur Anwendung kommenden Erzen erfüllt.

Brauneisenstein im Zechsteine. Im Schmalkaldischen kommen kalkige Brauneisensteine mit *Productus Geinitzi, Terebratula elongata, Acanthocladia anceps* u. a. Versteinerungen der Zechsteinformation, als Oberflächenbildung vor. Die 4 bis 5 Meter mächtigen reichen Eisensteinlager von Bieber*) in Kurhessen sind ebenfalls solche Oberflächen-Bildungen; sie entstanden aber zu einer Zeit, als der Zechstein noch

---

*) R. Ludwig. Geognostische Beschreibung der Wetterau, Festschrift zur Feier des 50jährigen Bestehens der wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. Hanau, Waisenhaus-Buchdruckerei 1859.

unbedeckt vom Buntsandstein lag. Der Zechstein über welchem der Dolomit gänzlich fehlt und den der Buntsandstein unmittelbar bedeckt, ist von oben in Brauneisenstein mit Geoden von Stilpnosiderit, Graubraunstein, Wad, Manganschaum, Göthit, Lepidokrokit umgewandelt; Drusen mit den schönsten Stalaktiten gefüllt sind nicht selten. Nach der Tiefe hin nimmt der Eisengehalt ab und verschwindet endlich ganz. An einer Stelle besteht das Lager gänzlich aus thonigem Sphärosiderite, worin sich Fischreste finden, an andern Punkten ist es durch Zinkblende, Fahlerz, Bleiglanz und Schwerspath stark verunreingt.

Bei Huckelheim und Merholz in der Nähe von Bieber wiederholen sich diese Eisenerzlager; bei Merholz findet sich darin oolithischer Rotheisenstein der wahrscheinlich aus der Umwandlung von oolithischem Sphärosiderit des Zechsteines entstanden ist.

Spatheisenstein im Zechsteine von Schmalkalden. Die mächtigen Stöcke und Butzen von Spatheisenstein, welche den Reichthum der Mommel und des Stahlberges bilden und welche von Danz*) so genau beschrieben sind möchten ebenfalls hierher zählen; es sind ohne Zweifel Kluft- und Höhlenansfüllungen im Zechstein-Dolomite, welche durch von oben eindringende eisenhaltige Flüssigkeiten gefüllt, ganz auf dieselbe Weise, wie die später zu betrachtenden Wieslocher Galmeivorkommen gebildet wurden. An der Mommel liegt das Lager auf dem Zechstein-Dolomite, bedeckt vom Mergelthone des Buntsandsteines und ist daselbst eine ähnliche Oberflächenbildung wie die bei Bieber auf dem Zechstein liegende Sphärosideritablagerung. Das späthige Eisenerz der Mommel liegt im Innern einer steilen Falte des Zechsteindolomites umgeben von Dolomit, dolomitischem Mergel und Gyps. Schwerspath und Flussspath kommen auf besondern Trümmern und als Spaltenausfüllung im Erze vor. Das letztere schneidet auf dem eigentlichen Zechsteine ab und

*) Physisch-medicinische Topographie des Kreises Schmalkalden, Preisschrift von Danz und Fuchs. Marburg bei Elwert 1848.

überschreitet die Grenzen des Dolomites nicht. An der Klinge bei Laudenbach kommt der Spatheisenstein zwischen dem Dolomit und den ihn hier in einem Winkel von 42° überlagernden Granite vor. Diese Lagerung hat ihre Ursache ohne Zweifel in einer späteren Ueberkippung, denn der Granit und ihn bedeckende Glimmerschiefer lieferten schon Rollstücke in das Rothliegende der Umgegend, wodurch nachgewiesen ist, dass sie älter als diese Unterlage des Zechsteines uud Dolomites, also jedenfalls älter als der letztere sind. Am Stahlberge erscheint der Spatheisenstein mehr als Ausfüllung von Höhlen im Dolomit. Er liegt in einer mehrfach verzweigten Masse darin und reicht bis zu den den Zechstein unterlagernden Gesteinen, an dieser Stelle Felsitporphyr und Glimmerschiefer, herab. Diese beiden Felsarten sind im Schmalkaldischen älter als der Zechstein; sie lieferten schon ihre Bruchstücke zur gewöhnlichen Unterlage desselben, zu dem Rothliegenden.

Auf den, in den Triaskalken Oberschlesiens vorkommenden Gelb- und Brauneisensteinen beruht der bedeutendere Theil der dortigen Roheisenindustrie. Die Umgegend von Beuthen, Tarnowitz und Repten liefert diese allerdings nicht besonders reichen Erze, welche auf vielen der grössten Hüttenwerke des Continentes verthan werden. In tiefen mulden- und spalten- oder höhlenartigen Oeffnungen hat sich mulmiger Gelb- und Brauneisenstein zu mächtigen Lagern angesammelt, dessen Beimengungen, als Galmei, Bleiglanz, Muschelkalkstücke, Feuersteinknollen, welche der dortige Muschelkalk in grosser Menge einschliesst und Thon, den Beweiss liefern, dass über die Kalkschichten eisenhaltige Flüssigkeiten hingeflossen sind, aus denen der Kalk unter Beihülfe des Sauerstoffes der Luft Eisenoxydhydrat fällte. Der oberschlesische Muschelkalk enthält ziemlich viel Bleiglanz und Zinkblende, so dass auf diese Erze grossartige Grubenbauten umgehen. Beide Erze sind ursprünglich gebildete über Algen präzipitirte Schwefelmetalle. Die Zinkblende ward, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, grossen Theils in Galmei umgewandelt und auf beson-

deren Lagerstätten angesammelt; ein Theil blieb aber auch im Brauneisenstein zurück. Gleichzeitig mit den anderen Schwefelmetallen, mochte auch Schwefelkies entstanden sein, welcher bei seiner Zersetzung jene Braun- und Gelbeisenstein-Lager bilden half. In dem von Sümpfen und Seeen bedeckten flachen Hügellande Oberschlesiens sind die Gesteine der Steinkohlenformation zum Theil noch lockerer vom Wasser durchtränkter Sand, welcher dem Kohlenbergbau bekanntlich so grosse Hinternisse bereitet. An vielen der bebauten Kohlenflötze entdeckt man Spuren früherer Erdbrände, während in neuester Zeit entstandene Selbstentzündungen auch jetzt noch die Kohlenflötze bei Königshütte und Donnersmarkhütte heimsuchen. Diese Erdbrände werden durch die Zersetzung des Schwefelkieses in den Kohlen hervorgerufen; die aus solchen Gruben abrinnenden Wasser enthalten grosse Quantitäten Eisenvitriol aufgelösst, so dass sie die Pumpen rasch zerfressen und die Dampfkessel alsbald zerstören, wenn sie zu deren Speisung angewendet wurden. Von früheren Erdbränden herkommendes Wasser mochte somit einen grossen Theil desjenigen Eisens liefern, welches jetzt als secundäres Erzeugniss auf den Schichten des Muschelkalkes liegt.

Im schwäbischen Jura kommen (z. B. bei Nattheim, Heidenheim) viele Eisenbohnerze als alte Oberflächenbildungen vor, welche den eben besprochenen über dem Triaskalke sehr ähnlich sind. In Mulden, Spalten und Klüften treten sie auf und bestehen aus Thon, worin Körnchen und Knöllchen, conzentrisch-schalige Bohnen von Brauneisenstein mit in Brauneisenstein umgewandelten Versteinerungen aus der Juraformation, mit Kalk- und Kieselstücke zusammenliegen. Dass diese Lager in der Tertiärepoche entstanden, beweissen gleichzeitig mit vorkommenden, die süddeutsche Tertiärformation charakterisirenden thierischen Reste. In jener Zeit wurden sohin Theile der Oberfläche des schwäbischen Jura von eisenhaltigen Flüssigkeiten überströmt; der Kalk fällte deren Eisengehalt zum Theil in Form von Eisenoxydhydrat, zum Theil als Sphärosiderit, welcher durch spätere Oxydation jene schaligen Bohnen des Brauneisensteines lieferte. Zur Bildung

mancher dieser Erzlagen wurde Eisenkies und oolitischer Eisenstein aus dem braunen Jura mitbenutzt; es ist dies auch aus den in Brauneisenstein umgewandelten mitteljurassischen Versteinerungen ersichtlich, welche bei Haiange und Grumelange in Lothringen und im Luxemburgischen vermischt mit Eisenoolithgeschieben und Bohnerzen auf Vertiefungen und in Spaltenausfüllungen des weissen Jura nicht selten vorkommen.

Auch die Kreideformation birgt ähnliche Eisenerzlager. Ein Theil der westphälischen und norddeutschen Kreide enthält ganze Lager eines grünen Sandes, dessen färbender Bestandtheil kieselsaures Eisenoxydul ist. Durch die Kohlensäure der Atmosphäre wird dieses Salz zerlegt und unter Ausscheidung von Kieselerde in Carbonat verwandelt. Kann irgend ein kohlensaures Alkali, welches durch die Vegetation als Pottasche oder Soda dem Boden entnommen in der Pflanzenasche angesammelt zurückbleibt, gleichzeitig eindringen, so kann von dieser Kieselerde in Lösung übergehen und entfernt werden, wodurch der Eisenstein angereichert wird. Durch zugeführte Eisenbicarbonate oder Vitriole, welche sich in dem kalkigen Grünsande ihres Eisengehaltes entledigen, wird der Gehalt des Erzlagers noch vergrössert; er erreicht endlich die Höhe, welcher bei der Verhüttung verlangt wird. Der Brauneisenstein, welchen die Hütte Blücher bei Aplerbeck in der Gegend von Unna gewinnen liess und verschmolz, ist offenbar auf die eben bezeichnete Weise entstanden. Das Erz ist ein eisenschüssiger Thon mit viel kieseligen und kalkig-thonigen Beimischungen, worin kleinere und grössere Brauneisenkörnchen und Scheibchen liegen. Der eisenschüssige Thon ist aber von gleichem Gehalte, wie die von ihm umhüllten Eisenbohnen.

Die Peiner Hütte bei Ilsede, zwischen Hannover und Braunschweig ward auf Brauneisenerze begründet, welche als Oberflächenbildungen eigenthümlicher Art ein ausgedehntes flaches Terrain über der Kreide bedecken. Sie sind offenbar durch Zusammenführung des Eisengehaltes vielleicht am Boden eines alten Landsees oder Sumpfes der norddeutschen Ebene entstanden. Ihre Mächtigkeit wechselt von 2

bis 10 Meter; sie liegen in einzelnen flachern und tiefern Mulden zerstreut, bedeckt von allerlei Zersetzungsproducten auf einem, mit Resten von Corallen und anderer Meeresbewohner erfüllten mergeligen Kalksteine der Kreideformation.

Das Erz ist ein Gemenge von grösseren und kleineren Brauneisensteinknollen, die keineswegs als Geschiebe gelten können und sie untereinander verkittendem, dichtem Kalke. Die Brauneisensteinknollen besitzen die manngfaltigsten Gestalten und haben sämmtlich sehr glatte und glänzende Oberflächen, die von dunklerer Färbung als ihr Inneres sind. Sehr oft sind kleine Kalkstückchen in die Oberfläche festgewachsen, sogar so tief eingedrungen, dass sie beim Zerschlagen abbrechen und auf der glänzenden Brauneisensteinfläche eine helle Stelle zurücklassen.

Beim Zerbrechen der Eisensteinstücke findet man öfters spitzeckige Kalksteinbrocken, welche rundum von conzentrischschaligem Brauneisenstein umgeben sind. Diese Kalksteinkörne sind genau von derselben Art, wie das die einzelnen Eisensteinknollen aussen umgebende Kalksteincement. Die Mehrzahl der Eisensteinstücke besteht bis zum Kerne aus Schalen, welche der Oberfläche parallel laufen und entweder von dichtem, oder erdigem oder am seltensten faserigen Brauneisenstein von verschiedener Färbung gebildet werden. Wenn dunklere mit hellere Zonen wechseln, tritt die Erscheinung sehr deutlich hervor, sie ist aber jeder Zeit durch den dünnen dunkleren Ueberzug den jede einzelne Schale besitzt, scharf bezeichnet. Sehr selten kommen Geoden von Eisenstein vor, welche dann etweder von einer erdigen Sphärosideritmasse oder von crystallisirtem Graubraunstein erfüllt sind.

Diese Verhältnisse belehren uns über die Entstehungsweise des Brauneisensteines. Das Eisen ist von aussen zugeführt, in den Kalkstein eingedrungen und hat ihn allmählig bis auf die von ihm eingeschlossenen und die es verkittenden Reste verdrängt. Offenbar ging die Zuführung des Eisens langsam, die dünnschalige Structur der Knollen beweisst dies; sie ward durch Wasser vermittelt, welches das ausgetauschte

lösliche Kalksalz entfernte. Wahrscheinlich war der Kalkstein, über welchen sich das Eisenoxydhydrat niederschlug noch porös, locker dem Kalktuffe ähnlich; er besass noch das Wesen aller noch nicht vor langer Zeit entstandenen Kalkniederschläge. Die niedergeschlagenen Eisenmassen nahmen einen geringeren Raum als der von ihnen ersetzte Kalkstein selbst ein, das Lager ward also immer lockerer und loser bis es endlich zu einem brekzienartigen Haufwerke zerfiel, welches dann bis auf den heutigen Tag noch in immerwährender Fortentwicklung begriffen, endlich ein reines, aus unbestimmt eckigen Körpern zusammengesetztes Brauneisensteinflötz liefern wird, genau von der Beschaffenheit, wie man sie so oft in älteren Gesteinen antrifft. Das Eisen konnte vom nahen Harzgebirge aus dessen an Schwefelkies so reichen Schiefergesteinen durch Bäche und Flüsse zugeführt werden, sei es als Eisenvitriol oder Bicarbonat.

Die Tertiärformation kann ganz ähnliche Eisenerz-Lagerstätten aufweisen. Auf der linken Rheinseite von Basel bis Bingen bedecken Bohnerze von Brauneisenstein den Litorinellenkalk. Diese Bohnerze liegen in thonig-lehmigen Massen unter einer Lehm- und Thonbedeckung auf dem obersten kalkigen Gliede der rheinisch-wetterauer Tertiärformation, dem Litorinellenkalke und nehmen eine schmale Zone ein, die sich den höher über das Rheinthal hervorstehenden älteren Gebirgsformationen, nahe hält. Auf der rechten Rheinseite und in der Wetterau, wo der Litorinellenkalk nicht fehlt, sind bisher, trotz eifrigen Suchens der Bergwerksunternehmer nur Spuren und höchst unerhebliche Ablagerungen ähnlicher Erze aufgefunden worden. Die Formation scheint also an die Höhen des linken Rheinufers gebunden zu sein, wahrscheinlich weil das ihr zugeführte Eisen aus der Steinkohlenformation Saarbrückens abstammt, wie das auf den Triaskalken bei Beuthen und Tarnowitz der oberschlesischen Carbonformation.

Die Erze selbst bestehen aus dichtem Brauneisenstein in conzentrisch-schaligen Körnern und unbestimmt geformtem Masse genau von der Beschaffenheit derjenigen, welche im

Eisenstein der Peiner Hütte auf der Kreide liegen. Manche solcher Körner sind sogar in den Kalk in welchen sie sich eingedrängt haben festgewachsen, das Gestein hat dann dasselbe Ansehen wie das ebengenannte Kretaceische. (Die Gruben der Johanneshütte bei Duisburg bei Ober-Ingelheim und Windhof in Rheinhessen). Es finden sich darin Brauneisensteinstücke pseudomorph nach den durch Conferven *(Conferva callosa)* abgesetzten Kalkcarbonaten und nach den Schalen der *Litorinella acuta,* kann also nicht bezweifelt werden, dass das Eisenoxyd später zugeführt und durch schon vorhandenen Kalk niedergeschlagen, eine secundäre Bildung ist. An einigen Stellen Rheinhessens (Kloppenheim, Osthofen, Gauböckelheim) liegen die Bohnerze in 1 bis 2 Meter mächtigen Lagern, nur wenig durch Thon verunreinigt, unter einer 2 bis 3 Meter dicken Lehmschicht, an anderen Punkten werden sie von schwachen Thonschichten überdeckt, an noch anderen liegen sie ganz unbedeckt, während in den meisten Fällen unter sehr starken Lehmschichten die Erze fehlen. Man kann desshalb dem Lehm keinen Einfluss auf die Bildung dieser Ablagerung zuschreiben, obgleich in ihm so oft Eisenbohnen entstehen. Sie sind vielmehr auf kleinere Bassins (ehemalige Sümpfe und Seen) beschränkte Oberflächenbildungen aus den auf die Tertiärepoche folgenden Zeiträumen.

Von der Umwandlung der im Innern von Gebirgsformationen eingeschlossenen Kalkschichten durch zugeführte metallische Salze, haben wir im Anfange dieses Abschnittes schon gesprochen; es bleibt uns nun übrig solche an einigen Beispielen zu erläutern.

Ueber die devonischen Kalkschichten, welche das untere Siegthal berühren, lagern sich namentlich bei Ruppichterod jüngere wahrscheinlich tertiäre Thon- und Brauneisensein-Bildungen hin. In einer von mir befahrenen Grube bildeten diese Gesteine von oben nach unten folgende Reihenfolge:

Ackererde	3	Meter
blauer Thon mit Grauwackegeröllen	0,8	„
weisser Sandstein	2,0	„

schwarzer Letten	0,7	Meter
Brauneisenstein in Knollen . . .	0,8	„
schwarzer Letten	16,6	„
devonischer Kalkstein, dessen Schichten auf dem Kopfe stehen und welcher bis zu	5,0	„ Tiefe

vollständig in Sphärosiderit umgewandelt ist. Der Sphärosiderit bildet grosse conzentrisch-schalige, dicht aneinanderschliessende Kugeln, während die verbleibenden engen Zwischenräume durch einen dunklen Thon erfüllt sind. Er ist öfters von Schwefelkies durchsprengt und enthält zuweilen sehr gut bestimmbare Korallen *(Favosites gracilis, Alveolites suborbicularis)* und Muscheln, welche den Massenkalk der devonischen Formation charakterisiren. Die starke Thonbedeckung schloss die Atmosphäre vollständig ab; die Umwandlung des Kalksteines in Sphärosiderit konnte unter ihr vor sich gehen, ohne dass sich gleichzeitig Eisenoxydhydrat bildete.

Aus derselben Flüssigkeit, welche der Sphärosiderit unter dem Thone absetzte, entwickelten sich über demselben das schwache Brauneisensteinlager, jedoch unter dem unmittelbaren, säuernden Einflusse der Luft. Solche Umwandlung des Kalkes bemerkt man an vielen Stellen, welche aber sämmtlich durch Thon und Brauneisenstein in Mulden und schmalen Falten, überlagert sind. Es scheint, als ob zu jener Zeit ein Fluss oder See das schmale Land bedeckt habe. Wo die Thondecke über die Grenzen des Kalkes hinausreicht, umschliesst sie das obere Brauneisensteinflötz ebenfalls. Die Sphärosiderite konnten aber unter ihr im Thonschiefer oder der Grauwacke nicht entstehen und fehlen daher.

Eine andere sehr lehrreiche Bildung der Art habe ich Tafel IX, Fig. 1 abgebildet; es ist das Galmeivorkommen im Muschelkalke (Triaskalke) bei Wiesloch im Rheinthale.

Die dünnen Schichten des Muschelkalkes neigen sich schwach gegen Norden und werden dem Rheinthale parallel von einem Kluftsystem durchsetzt, welches wohl derjenigen Hebung, welche die Spalte des Rheinthales hervorrief, ihr

Dasein verdankt. Die Klüfte streichen zumeist von Süd nach Nord. Sie vermittelten das Entstehen von sich langerstreckenden, unten breiteren nach oben spitz zulaufenden Höhlen b. c. c., welche, wie man an den abgenagten und gefurchten Wänden deutlich erkennt, vom fliessenden Wasser oder einer ätzenden Flüssigkeit ausgeweitet wurden. An einigen Punkten gaben diese Höhlen bis zu Tage herauf reichende Oeffnungen, durch welche das Wasser einen bequemen Eintritt fand. Ich habe eine solche bei a. c. c. abgebildet. Der fast horizontale, breite Boden der Gänge reicht meistens nur wenige Fusse unter eine Petrefacte führende Schicht*) des Kalksteines herab und wird durch Kalkmergel (thonigen Kalkstein) gebildet, dessen Einfallen und Unebenheiten der Höhlenboden folgt.

Jetzt, wo ein sehr umfangreicher Theil des Galmeivorkommens abgebaut ist, kann man auf dem Grubenrisse ein höchst interessantes Höhlensystem kennen lernen und bei Befahrung der ausgebauten Räume sieht man an den nun entblösten nirgends vom Hammer oder einem anderen bergmännischen Werkzeuge verletzten Seitenwänden überall die vom fliessenden Wasser hervorgebrachten Furchen und Abspülungen, sowie die nach oben sich zuspitzende Form der Räume, die mit anderen Höhlen wie sie dem Kalksteine aller Gegenden so häufig eingesprengt sind, vollständig übereinstimmt.

Am Ende eines langen durch den Kalk getriebenen Stollens, weitet sich ein Abbau aus, durch den eine etwa hundert Meter lange und fast ebenso breite Höhle aufgedeckt ward, deren Wände sich bald weit öffnen, bald mehr schliessen, so dass ihr Grundriss einen unregelmässigen fünfstrahligen Stern darstellt. Das Gewölbe des umfangreichen Raumes wird durch vier grosse natürliche Pfeiler von Muschelkalk getragen. Ueber dieser Höhle befinden sich noch zwei kleinere von geringerem Umfange, die mit ihr durch engere

*) In der Zeichnung ist die Petrefactenschicht durch Schneckenhäuschen bezeichnet.

Spalten verbunden sind. In einiger Entfernung von dieser grossen Weitung betritt man in der Fortsetzung des Stollens eine schmale lange Höhle, deren Höhe etwa 8 bis 10 Meter und deren Breite am Boden 4 bis 5 Meter beträgt und welche, wie die ersteren durch senkrechte Oeffnungen mit der Erdoberfläche communizirt. Der Boden der schmalen Höhle ist auf eine lange Strecke, mehrere hundert Meter, fast horizontal, dann springt er plötzlich um etwa 4 Meter treppenartig in die Höhe, in welcher sich dann der Hohlraum weiter fortsetzt und bei meiner Anwesenheit noch etwa 20 Meter weiter verfolgt war.

Diese Höhlungen sind nun sämmtlich in folgender Weise ausgefüllt. Am Boden liegen $1^1/_3$—$1^1/_2$ Meter hoch dünne Schalen von Galmei den Unebenheiten ihrer Unterlage folgend, scharf am Nebengesteine absetzend. Darüber befindet sich eisenschüssiger Lehm, welcher mit Brauneisenstein und unreinem Galmei in Knollen und Geoden von verschiedener Grösse durchsprengt ist. Dann und wann finden sich auf dem untern festen Galmei seltener im Lehm vollständig in dieses Zinksalz umgewandelte Muschelkalkstücke mit Myophorien und anderen Versteinerungen dieser Formation. Kieselzink ist im Lehm und in dem geschlossenen unteren Lagertheile nicht selten; in ersterem kommen aber häufig grosse Partieen erdigen Magnesites und Kieselmagnesia von weisser Farbe vor, die unten gänzlich fehlen. An einigen Stellen, aber keineswegs überall liegen auf dem zinkführenden Letten Brauneisensteinknollen mit derbem Bleiglanze oder Weisbleierz.

In der Regel ist der höchste Theil der Höhlen mit einem feinen hellgelben, oft sandigen Lehme ausgefüllt, in welchem ich an vielen Stellen Holzreste, *Succinea oblonga*, *Helix pulchella* und *Helix hispida* also die noch jetzt in der Umgegend lebenden, den Löss des Rheinthales und anderen Alluviallehm bezeichnenden Schnecken fand, ein sicheres Anzeichen, dass die Höhlen von oben her ausgefüllt wurden.

In einer oberen Abtheilung des wieslocher Muschelkalkes hat man dolomitische Mergellager entdeckt, welche eine ge-

ringe Menge Zinkblende einschliessen; es können darin also Zinkvitriol und Zinkbicarbonat gebildet werden, welche durch fliessendes Wasser den Höhlen zugeführt wurden. Auf dem kalkigen Boden der Spalten musste sich dann pseudomorph nach kohlensaurem Kalke der Galmei ablagern. Der Austausch des Zinkoxydes gegen Kalkerde erfolgte langsam, wie die dünnen Schalen des abgelagerten Galmeies beweisen, die Höhle ward, indem Kalk von ihren Wänden und ihrem Boden gelösst und durch eine geringere Menge Zinkoxyd ersetzt wurde, allmählig erweitert und vertieft*). Der Galmeiabsatz ist durch Eisenoxydhydrat, Thon, Kalk und Kieselzink verunreinigt, weil der Kalkstein Eisen, Thon und Kiesel enthält, das zufliessende Wasser aber wahrscheinlich auch eisenhaltig war. Indem das Wasser ebenfalls Schlamm mitbrachte, welcher sich mit dem aus der Auflösung des thonigen Kalksteines entstandenen mischte, füllten sich die oberen Theile der Höhle mit thoniger Substanz an, worin dann über Kalkstückchen der Brauneisenstein und Galmei abgelagert wurden, während sich auch die Magnesia des Kalksteines an besonderen Stellen als Magnesit ansammelte. Ob der dann und wann im oberen unreinen Galmeilager vorkommende Bleiglanz einer gewissen Schicht des allmählig aufgelösten Kalksteines als solcher angehört hat, oder ob er zugeführt ist, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Ersteres ist mir das Wahrscheinlichere, ich müsste ihn dann für einen Rückstand des durch die Galmeibildung allmählig zersetzten Kalkes halten. Bekanntlich kommen im Muschelkalke vieler Gegenden einzelne Bleiglanzstücke, an manchen Punkten sogar mächtige und reiche Bleierzlager vor, die wie die tarnowitzer in Oberschlesien sich schon beim Absatze des Gesteines mitentwickelten und nur später durch Auslau-

*) Das spezifische Gewicht des Galmeies ist 4,3; das des Muschelkalkes 2, 4. Ein Maastheil Galmei wiegt etwa so viel als 1, 8 Maastheile Mnschelkalk. Das Zinkbicarbonat ist schwerer auflöslich als das Kalkbicarbonat, man darf also wohl annehmen, dass jeder Cubikmeter Galmei mehr als zwei Cubikmeter Kalkstein verdrängt habe.

gung des zwischenliegenden Kalkes angereichert wurden, wesshalb denn solche Erzmassen auch immer in sehr aufgelöstem thonigem Gesteine liegen.

Endlich ward, vielleicht durch eine neue Bodenschwankung, der Zufluss der zinkhaltigen Flüssigkeit unterbrochen, der noch freie Höhlenraum wurde nun durch die zu Tage reichenden Schlotten allmählig mit Löss angefüllt.

Die mächtigen Ablagerungen von Galmei im oberschlesischen Muschelkalke verdanken ihre Entstehung ebenfalls der Wirkung des kohlensauren Kalkes auf eine schwache Auflösung von Zinksalz. Bei Scharley in der Nähe von Beuthen liegt das durch Bleiglanz und Brauneisenstein verunreinigte kalk- und thonhaltige Galmei- und Kieselzinkerz in einem mehrere Meter starken Lager unter dolomitischem Muschelkalk, welcher an vielen Stellen gänzlich aufgeweicht, als eine bröckliche Mergelmasse erscheint. Das Lager füllt eine flache Mulde aus, deren gegen Süden einfallender Nordrand durch offene Gruben abgebaut wird. Die grossartigen Tagebaue haben mit Wassernoth zu kämpfen, welche durch die kräftigsten Maschinen kaum bewältigt werden kann. Bohrversuche, welche nach dem Tiefsten der Mulden hin zur Ausführung kamen, haben gezeigt, dass sich das Lager in den tieferen Theilen verschlechtert, indem sich der Galmei verliert und ein von Zinkblende und Bleiglanz imprägnirter Kalkstein an dessen Stelle tritt.

Wir dürfen aus diesem Umstande entnehmen, dass das abgebaute Lagerstück ehedem von ähnlicher Beschaffenheit als das im Tiefsten noch vorhandene, von atmosphärischen Einwirkungen noch fern gehaltene, jetzt noch befunden wird. Die Zinkblende oxydirte, es entstand Zinkvitriol, der durch den Kalkstein in Galmei verwandelt wurde. Der Zinkgehalt höher gelegener Kalksteinpartieen conzentrirte sich auf diese Weise in den unteren Lagertheilen und stellt nun Pseudomorphosen von Galmei nach Formen von thierischen Versteinerungen des Muschelkalkes dar; dessen Kalk mit Schwefelsäure zu Gyps verbunden ausgelaugt und fortgewaschen wurde.

Bei dieser Umwandlung blieb der grössere Theil des ursprünglich mit der Zinkblende und dem Schwefelkies aus dem Meerwasser niedergeschlagene Bleiglanz unzersetzt, er liegt in Galmei und Eisenocker in unregelmässig vertheilten Partieen umher. Nur seltener lieferte der Bleiglanz das Material zu Chlorblei, Weissbleierz und Bleivitriol.

Die Tarnowitzer Bleierzlanger und die, welche sich im Muschelkalke in der Umgegend von Scharlei auf den Besitzungen der Grafen Henkel v. Donnersmark befinden, entstanden ebenfalls aus der Zersetzung bleiglanzreicher Muschelkalkschichten. Ihr Metallgehalt ward durch Zersetzung von Zinkblende und Schwefelkies, sowie durch die Auflösung und Fortführung des dadurch aus dem Kalksteine entstandenen Gypses conzentrirt.

Der Brauneisen, welcher sich an der Lahn bei Dietz, Braunfels und Wetzlar auf dem devonischen Kalksteine und Dolomit unter einer mächtigen Thonbedeckung findet, ist ebenfalls ein Niederschlag, welchen Kalk und Dolomit bewirkt haben, deren Formen er zum Theil angenommen hat. Das Manganhyperoxyd (Weichbraunstein) verdrängte dabei sehr oft die Substanz von Kalk- und Bitterspathcrystallen gänzlich aus ihrem Raume; es hat hier und da ganze Kalkstücke mit den eingeschlossenen Versteinerungen *(Alveolites suborbicularis)* ersetzt und tritt nun als Pseudomorphose in deren Formen auf; der schlagende Beweiss dafür, dass es von aussen in wässeriger Auflösung zugeführt worden ist. Zugleich mit dem Manganhyperoxyde wanderte Eisenoxyd ein, welches nun ebenfalls über Kalk und Dolomit wieder abgelagert worden ist.

Der Thon über dem Kalksteine und Dolomite ging aus der Zerstörung einer anderen devonischen Schicht, dem Schalsteine hervor, von welchem sich zuweilen noch ziemlich wohl erhaltene Bruchstücke vorfinden. Dieses Gestein enthält unter anderen Bestandtheilen auch Eisen- und Manganoxyd und Oxydul, meistens an Kieselerde gebunden, oft in solcher Menge, dass es dadurch eine tiefe grüne oder rothe Färbung bekömmt; es sind ihm ausser Kalkspath-, Eisen-

braunspath- und Bitterspathkörnchen, solche von Aphrosiderit und Rotheisenstein in grosser Menge beigemischt. Wenn kohlensaures Wasser in seinen Schichtenbau eindrang, so konnten leicht Bicarbonate von Kalk, Bittererde, Eisenoxydul und Manganoxydul entstehen, welche in die Tiefe geführt, aus dem unterlagernden Korallenkalke, crystallinischen Kalk, Dolomit, Bitterspath und später aus diesen Eisenoxydhydrat, Rotheisenstein und Manganoxyd bilden, da es an säuerndem Oxygen der Atmosphäreluft nicht fehlte.

Betrachten wir die durch grossartige Tagebrüche oder durch umfangreichen Bergbau aufgedeckten Grubenbaue bei Giessen, (Lindener Mark, Rodheim-Bieber) Braunfels, Niedertiefenbach u. s. w. so finden wir über dem Dolomite manganreichen Brauneisenstein, reine Manganerze und oft tief in den Dolomit eingedrungene derbe, häufiger aber in der thonigen Bedeckung als kleine Körnchen zerstreut umherliegende eisenhaltige oder reinere Weichbraunsteinmassen, wir finden mulmige Manganerze, Manganoxyde, Manganoxydhydrate in grosser Menge, so dass seit Jahren damit ein ausserordentlich umfangreicher Handel betrieben werden konnte.

Den Brauneisenstein bedecken dann 4 bis 20 Meter dicke Lager von manganfreierem Thone, welche mit solchen von Geschieben abwechseln und endlich Lehm. Die Quarz- und anderen Gerölle finden sich zuweilen in solcher Menge (Braunfels), dass man sie als durch Bach- und Flussströmung veranlasst ansehen kann und dadurch zu der Ansicht kömmt, jene chemischen Prozesse, denen die Manganerzlager ihren Reichthum verdanken, seien auf dem Boden von Landseen oder Sümpfen vorsichgegangen.

In den tertiären Kalksteinen (Litorinellenkalk) in denen bei Frankfurt a. M. vor einigen Jahren der Winterhafen eingegraben wurde, finden sich so viele Pflanzenreste, dass er dunkel gefärbt und bituminös erscheint*). Die Kerne von

*) R. Ludwig. Die fossilen Pflanzen aus der mittleren Etage der wetterauer Tertiärformation in H. v. Meyer's Palaeontographica Band VII. Cassel bei Th. Fischer 1859.

Wallnussfrüchten, das Innere von runden Holzstämmen, welche in diesem Gesteine eingebettet vorkommen, sind gänzlich von crystallisirtem Spatheisenstein erfüllt, der offenbar erst zugeführt wurde, als die Pflanzensubstanz schon zerstört und das Gestein erhärtet war. Dieses Vorkommen belehrt uns, dass das kohlensaure Eisenoxydul an solchen Stellen, wo es gegen die säuernde Einwirkung der Atmosphäre geschützt ist, zum Absatze gelangen kann. Wahrscheinlich waren jene Pflanzenreste, wie ähnliche, welche am Seehofe bei Frankfurt im Kalke aufgefunden worden sind, anfangs gänzlich von Kalk durchdrungen, gegen welchen der Sphärosiderit später ausgetauscht wurde, als er in Kohlensäure aufgelösst von aussen her zugeführt wurde.

An anderen Punkten fand sich der Tertiärkalk von oolithischer Structur. Ein aus hirsekorn- bis erbsengrossen festen und hohlen Körperchen bestehendes Kalklager der Art ward in einer Tiefe von 15 Metern in einem das Tertiärgestein durchsinkenden Bohrloche bei Homburg v. d. Höhe über ein Meter stark, augetroffen. Das eben ausgeförderte Gestein bestand aus einer bituminösen schlammigen Masse, worin die Kalkkügelchen an lange, noch gut erkennbare Conferventäden angereiht erschienen, wie die Perlen an eine Schnur. Es ist kaum zu bezweifeln, dass diese kugeligen Gestalten in derselben Art und Weise über Sauerstoffbläschen zum Absatze gekommen sind, wie die Erbsensteine in den Nauheimer Salzwassern. In den offenen Kanälen in denen die an doppeltkohlensaurem Kalke reiche Soole der Nauheimer Sprudel fortgeleitet wird, wachsen unzählige Diatomeen, Oscillarien, Vaucherien die auf dem Boden einen grünen Filz bilden. Sobald diese Pflanzen das Kalkbicarbonat zerlegend, Kalkcarbonat aus der Soole fällen, entbinden sie aus ihrem Gewebe Sauerstoffbläschen, die zwischen die Kalkhaut und die Oberfläche der Pflänzchen eintretend, als kleine von Kalk überzogene Kügelchen erscheinen. Millionen solcher Perlen bedecken den Boden, sie bilden allmählig eine Erbsensteinschicht, derjenigen ganz gleich, welche ich aus dem Homburger Tertiärkalke erhielt. Auch anderwärts kommen solche

oolithische Schichten im Litorinellen- und Cerithienkalke der Wetterau vor. Die Körnchen sind dann und wann über Conferven gebildet, welche im Innern von Muscheln vegetirten, oder sie bekleiden sehr kleine Muscheln und Flohkrebsschälchen aussen mit einer conzentrisch-schaligen Decke.

In der Juraformation kommen Oolithe wie bekannt so häufig vor, dass man dem braunen Jura den Namen Oolith beilegte; ich kenne solche Bildungen auch aus dem Triaskalke von Neustadt an der Hardt, von Schweinfurt. Oolithische Körner bilden daselbst Gebirgsschichten, worin von ihnen gänzlich oder theilweise angefüllte Ceratiten umherliegen. Im Zechsteine finden sie sich ebenfalls bei Hailer im hessischen Kinzigthale; dem russischen Bergkalke fehlen oolithische Bildungen nicht, ich sah solche am Ural, bei Lithwinsk. In der rheinischen Devonformation habe ich zwischen Bingen und Stromberg oolithischen Rotheisenstein mit unzähligen in Eisenoxyd umgewandelten Muschelresten gesehen; der silurischen Oolithe von Kladno, habe ich oben schon gedacht. Aus alle diesem ergibt sich, dass der Absatz von Kalkkörnchen über, aus Conferven entwickelte Sauerstoffbläschen zu allen Zeiten stattfand und jederzeit zur Bildung von Oolithstructur Veranlassung gab. Ich erwähne dieser Vorkommen um an ihnen die so verbreiteten oolithischen Eisenerze zu erläutern.

Alle Sedimente sind mehr oder weniger von Schwefeleisen und anderen Schwefelmetallen durchsprengt; Eisenoxydhydrat und Eisencarbonat findet sich in den meisten, kieselsaures Eisenoxydul ist ihnen, wie allen Eruptivgesteinen nicht selten eingesprengt. Nur sind alle diese Metallbestandtheile gewöhnlich so zerstreut und in so geringer Menge vorhanden, dass sie für die Metallindustrie werthlos erscheinen Die in den Schichten stattfindenden chemischen Processe, der Stoffwechsel, führt sie aber zusammen und vereinigt sie zu bauwürdigen Lagern, wobei wie oben schon erwähnt, der Kalkstein besonders behülflich ist. Wenn kohlensaures Eisenoxydul an die Stelle des Kalksteines tritt, so vermindert sich das Volum um ein sehr Bedeutendes, weil das Kalkbicarbonat

vom Wasser leichter aufgelöst wird als das Eisenbicarbonat und letzteres eine grössere Eigenschwere hat als ersteres.

Bildet sich aber aus dem Sphärosiderit Eisenoxydhydrat oder Rotheisenstein, so findet nicht allein ein Stoffabgang, sondern auch da beide Körper wiederum dichter und schwerer als ersterer, abermals eine starke Raumverkleinerung statt. Desshalb erscheinen alle Eisenoolithe platt, linsenförmig.

Dieses Schrumpfen der Schichten findet nun überall da statt, wo Kalk durch Eisenoxyd ersetzt wird und dies ist der Grund, wesshalb in der Nähe von Eisensteinlagern und in solchen selbst so oft Rutschflächen, Verschiebungen und ähnliche Erscheinungen bemerkt werden.

Aehnlich wie bei den schon oben angeführten Beispielen von Oberflächenbildungen verwandeln sich auch tieferliegende Kalksteinlager an solchen Stellen, wo die Zuführung von Eisenoxydullösungen aus dem zerklüfteten Dachgesteine gestattet ist, in Eisenerz um.

Sehr überzeugend sind in dieser Beziehung die im Devongesteine eingeschlossenen Lager in welchen Korallen und Schalen von Muscheln, die ohne Zweifel ehemals Kalkcarbonat waren, vollständigst in Rotheisenstein verändert worden sind. Hier ist das Eisenoxyd lange nach Ablagerung der Schichten ein-, der Kalk ausgewandert.

Das devonische Gestein der Umgebung von Dillenburg, Wetzlar, Braunfels, Weilburg, Limburg und Dietz, das der Eifel, des cölnichen Sauerlandes, des Harzes und Thüringens ist reich an Belegen für die oben mitgetheilten Thatsachen; ich kenne eine sehr grosse Anzahl von Punkten an denen im Schalsteine und Kramenzel versteinerungführende Kalksteine in Roth- und Brauneisenstein umgewandelt wurden und wähle darunter einen solchen aus, wo durch den Bergbau der Uebergang des Kalkes in Eisenstein besonders deutlich aufgeschlossen ist; es ist das Vorkommen auf Grube Glücksberg bei Oberscheld (Dillenburg), welches ich Tafel IX, Fig. 2 abgebildet habe.

Schalstein bildet das Liegende eines etwa $1^1/_2$ Meter mächtigen Kalksteinlagers, worin sehr viele Criniten, Cyatho-

phyllen, nebst einigen Conchiferen und Goniatiten vorkommen, es ist der Kalkstein, welcher in der obersten Abtheilung der Devonformationen als Plattenkalk, Goniatiten- oder Climenienkalk bezeichnet wird. Die Ablagerung ist geschichtet und in grosse prismatische Stücke abgesondert. Sie ist von stärkeren oder schwächeren Partieen Rotheisenstein überlagert und dieser von sehr dünngeschichtetem blaugrauem Thonschiefer bedeckt. Eisenspilit, jenes, freies Eisenoxyd in seiner Mischung enthaltende Augit-Labrador-Kalkspath-Gestein, welches petrefactenführend bald aus der Umwandlung des oberen devonischen, bald aus der des untersten carbonischen Schiefers, Kalkes und Sandsteines hervorgegangen ist, folgt zuletzt. Thonschiefer und Eisenspilit sind durch Querabsonderung vielfach zerspalten. Das Lager befindet sich am Schenkel einer Falte und steht einerseits in Verbindung mit reichen auf dem höchsten Punkte des Sattels liegenden Eisensteinlagern; anderseits nach dem Faltentiefsten hin mit ganz unverändertem Kalksteine.

Der Rotheisenstein ist brektienartig; dunkle, auf ihrer Oberfläche fettglänzende, vielgestaltige grössere und kleinere Scheiben und Körner von reinerem Eisenoxyd liegen in einem kieselhaltigen, kalkspathreichen, hellerroth gefärbten Cemente, Goniatiten, Korallen und Criniten ganz in Rotheisenstein umgewandelt sind darin eingelagert. In der Structur hat dieses Gestein grosse Aehnlichkeit mit dem Brauneisenstein der peiner Hütte, dessen wir oben gedachten. An einigen Stellen sind kleine Klüftchen und Drusenräume mit kleincrystallisirtem Eisenglanze ausgefüllt. Das Eisensteinlager reicht hier ganz bis zum Schalsteine herab, den Kalkstein vollständig verdrängend, dort bedeckt es ihn in einer stärkeren oder schwächeren Schicht, an anderen Stellen endlich fehlt es gänzlich. Es setzt scharf am etwas bituminösen Kalksteine ab oder verläuft in ihn, ist mit ihm verwachsen, indem auf dessen Absonderungsklüften das Eisenoxyd eindringt, genau wie in dem Kalksteine von Rodheim (Seite 188). An den am höchsten gelegenen Punkten der Sattelfalte ward der Kalkstein vollständig umgewandelt, weil hier die Zerklüftung

des Dachgesteines am beträchtlichsten, die Einsickerung von schwefel- und kohlensaurem Eisenoxydule, welches aus der Säuerung von dem Dachgesteine eingesprengten Eisenverbindungen entstanden war, am leichtesten gestattet hat. Tiefer an den Faltenschenkeln herab, ist die Umwandlung des Kalkes weniger vollständig und in dem Faltentiefsten, bei festgeschlossener und gepresster Schichtung der Dachgesteine steht noch der unveränderte Kalkstein an.

Das reichere, reinere Eisenerz dieses Lagers enthält:

Eisenoxyd	63,22	pCt.
Thonerde	4,30	„
Manganoxyd . . .	1,10	„
Kieselerde	25,58	„
kohlensauren Kalk .	5,80	„
	100,00	pCt.

Der eisenschüssige Kalkstein dagegen besteht aus:

Eisenoxyd . .	23,50	bis	14,10	pCt.
Kalkerde . .	32,46	„	42,33	„
Kohlensäure .	26,54	„	36,44	„
Manganoxydul	0,77	„	2,35	„
Thonerde . .	3,22	„	2,76	„
Kieselerde . .	13,51	„	2,02	„
	100,00		100,00	pCt.

Zugleich mit dem Eisenoxyd wurde also auch Kieselerde zugeführt, dieser Umstand erklärt auch, wesshalb viele der im Schalsteine und Kramenzel der Devonformation vorkommenden Eisensteinlager so reich an Kieselerde sind.

Rotheisensteinlager ähnlich dem so eben besprochenen, sind in der Umgegend von Dillenburg, sowie an der Lahn, von Giessen bis Dietz herab, sehr viele vorhanden; es würde ermüden alle die Punkte aufzuzählen, an denen sie vorkommen und ausgebeutet werden; ein rüstiger Bergmann hat viele Monate nöthig, wenn er den darauf eingeleiteten Bergbau befahren will. An einigen Stellen ist das kalkhaltige Nebengestein mit in die Umwandlung hereingezogen, wodurch mit Eisenoxydkörnchen durchgesprengtes thoniges Gestein entstand und die Eisenlager eine ausserordentliche

Mächtigkeit erreicht haben (eiserne Hand, Königsberg, Wetzlar). An anderen Orten ist der Kalkstein der mittleren Etage der Devonformation ebenfalls von der Umwandlung betroffen; es bildeten sich dabei sackartige Ausfüllungen von Braun- und Rotheisenstein in Lettenlager eingehüllt (Philippstein). An manchen Stellen ist der Kohlenstoffgehalt der umgewandelten Kalkschichten zu Anthrazitpartieen vereinigt (Grube Sophie bei Eibach im Dillenburgischen) an anderen hat derselbe Veranlassung zu Magneteisenlagern gegeben (Hirzenhain im Dillenburgischen), welche den silurischen Schwarzeisensteinlagern von Auwal in Böhmen, deren oben schon gedacht wurde, ähnlich sind.

Es gibt, weil manche der umgewandelten Kalksteine oolithische Structur hatten, denn auch Versteinerung führende oolithische Rotheisensteine in dieser Formation; (Waldalgesheim bei Bingen). An anderen Orten sind die in den Kalkstein eingewachsenen Kalkspathcrystalle gänzlich in Rotheisenstein oder Eisenglanz umgewandelt worden (Rachelshausen, Iserlohn).

In hohem Grade der Aufmerksamkeit würdig sind die zum Theil über 25 Meter mächtigen Lagergänge von Sphärosiderit im devonischen Gesteine von Siegen, Olpe und Neuwied. Diese Massen setzen kürzere und längere zum Theil den Schichten des Nebengesteines parallellaufende, zum Theil sie durchschneidende Lager oder Gänge zusammen auf denen Spatheisenstein mit Quarz, Kupferkies, Fahlerz, Bleiglanz, Kobalt- und Nickelerzen zusammen brechen. Die zuletztgenannten Metalle nehmen gewöhnlich eine bestimmte Zone am Hangenden der Lager ein, während der Quarz den Eisenstein nach allen Richtungen durchzieht. Auf einem solchen Lager sind bei Olpe in Spatheisenstein umgewandelte Orthoceratiten gefunden worden; ich habe davon bei Herrn Bergamtsdirektor Lorsbach zu Siegen gesehen. Dieses Vorkommen könnte die Vermuthung unterstützen, welche jene Spatheisensteinlager ebenfalls für Umwandlungsprodukte hält; sie erhebt sie wenigstens für jenes Lager bei Olpe zur völligen Gewissheit. Allerdings enthält das Neben-

gestein der Gosenbacher Spatheisensteinlager (ein Thonschiefer der Devonformation der zu den Coblenzer-Schichten gehört) viel kohlensaures Eisenoxydul in schmalen Schichten und Körnchen, man könnte annehmen, dass dieses Mineral den Kalk aus den jetzt von ihm eingenommenen Räumen verdrängt habe. Da der Fund von Olpe noch vereinzelt dasteht, so scheint es gewagt, diese Ansicht für alle siegner Spatheisenstein - Lagerstätten zur Geltung bringen zu wollen. Sobald die Baue auf diesen reichsten Erzlagern der preussischen Rheinprovinz weiter voranschreiten, wird sich auch hierüber etwas Sicheres ergeben, vorläufig sind dem Geologen die grossartigen Zersetzungsprozesse, auf diesen Lagerstätten von Interesse. Man sieht ganze mächtige Abtheilungen meilenlang in Eisenglanz oder Rotheisenstein umgewandelt, wobei die späthige Structur des Sphärosiderites unverändert blieb; man findet in der Nähe basaltische Durchbrüche, Magneteisen entstanden; man sieht mächtige Stücke zu Brauneisenstein verändert in Zapfen und Geoden anstehen. Wieder an anderen Punkten ist der Eisengehalt gänzlich ausgewandert, grossartige Haufwerke von Quarz allein, stehen hoch über das Nebengestein hervor, den Beweis liefernd, dass auch hier die Erosion mächtige Gebirgsstücke entfernt und dadurch die festern Lagertheile entblöst hat.

Wie in den devonischen Schichten, so finden sich auch in denen neueren Formationen Umwandlungen des Kalkes in Eisenstein. Die oolithischen Brauneisenerze des braunen Jura, in welchen zuweilen in Eisenoxydhydrat verwandelte Versteinerungen vorkommen, geben ein grossartiges Beispiel dafür.

Solche Umwandlungen konnten aber, wie sich von selbst versteht, nur da stattfinden, wo in dem überliegenden Gesteine Eisenbestandtheile vorhanden waren, welche in löslichen Zustand übergehen und dem Kalke zugeführt werden konnten. Sie sind an Stellen an denen das Dachgestein Schwefelkies enthält, am leichtesten zu vermitteln gewesen und oft nur bis auf geringe Entfernung vom Ausgehenden der Schichten so belangreich, dass sich das Erz zur Eisendarstellung

eignet. Dies ist der Fall im Luxenburgischen, wo das Erz etwa 30 Meter vom Ausgehenden entfernt, nicht mehr bauwürdig ist; ferner am teutoburger Walde und bei Minden (Seite 141), wo es schon wenige Meter vom Ausbisse nicht mehr taugt; es ist ähnlich in Schwaben und Franken. Die Gründe für diese Erscheinung ergeben sich aus den im Vorhergehenden schon öfters entwickelten chemischen Prozessen.

Dass auch aus vulkanischen Gesteinen Eisensalze ausgelaugt und in unterliegenden kalkigen Schichten, seien diese nun sedimentären Ursprunges oder aus der Zersetzung der in den vulkanischen Massen vorhandenen Kalksilicate selbst entstanden, wieder zum Absatze kommen können, ist nicht zu bestreiten.

Der Domberg bei Suhl in Thüringen zeigte mir auf diese Weise entstandene kalk- und flussspathenthaltende Rotheisensteinlager.

Der bunte Sandstein fällt am Domberge unter 45 bis 50 Grad gegen Nord ein, seine Schichten sind wie gewöhnlich aus Quarz und Thon gebildet. Auf ihm lagert ein über zweihundert Meter hoher Melaphyr. Weil dieser eine sehr alte Lava ist, so hat ihn die Atmosphäre gewöhnlich stark zersetzt; sehr oft sind die unteren Theile seiner Lager so sehr von dem Zersetzungsproducte der oberen Theile, von Kalkspath durchdrungen, dass sie fast als Kalklager erscheinen. Dies ist auch hier der Fall; es ist zwischen Sandstein und Melaphyr eine sehr kalkreiche Schicht entstanden, worin sich auch noch Flurorcalzium oder Flusspath und etwas Kieselerde angesammelt haben. Ueber dieser etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Meter dicken nach der Tiefe gänzlich verschwindenden Schicht (sie fehlt schon bei 150 Meter Tiefe), ist der Abhang des Melaphyrberges von kalkigen Einlagerungen in Form von Geoden wie durchspickt. Der Kalk fällte aus den späteren Auslaugeproducten der oberen Melaphyrpartieen das Eisenoxyd, welches in Form von faserigem und dichtem Rotheisenstein auch pseudomorph nach

Kalkspath und Flussspath angesammelt wurde*). Das Contactlager war als das kalkreichste, auch das eisenreichste, es ist seit Jahrhunderten schon abgebaut; ich sahe noch geringe Stücke davon anstehend als die Hüttengesellschaft „Hennebergia“ vor einigen Jahren die alten Gruben öffnen liess. Die am Gehänge des Domberges über kalkigem Zersetzungsproducte niedergeschlagenen Eiseneinlagerungen wurden ebenfalls vor langer Zeit schon durch so viele Schächte und Tagebaue abgebaut, dass das Terrain ganz durchwühlt erscheint; neuere Schürfversuche haben nur gezeigt, dass das Vorkommen des Erzes ganz unregelmässig und spärlich ist, was bei der Entstehungsweise desselben, auch nicht in Erstaunen setzen kann. Dieses Vorkommen dient zur Erläuterung der Magneteisensteinlager bei Goldlauter in der Nähe von Suhl und der des Ural; von denen ich das von Nischni-Tagilsk beschreiben will.

Der östliche Abhang des Ural ist besonders reich an Magneteisenlagern, welche zwischen Schaitansk an der Thiussowaja und Nischni-Turinsk vielfach zu Tage treten.

Die bekanntesten oft beschriebenen Vorkommen sind:

1) Der Katschkannar bei Nischni-Turinsk (57° 23′ östlicher Länge 58° 41′ nördlicher Breite). Nach Murchison**) besteht dieser hohe steile Berg aus einem Grünstein, welcher von geschichteten Gesteinen umgeben, selbst fast horizontale Schichtung zeigt. An der Spitze ist er von Klüften durchsetzt, von denen die einen von Ost nach West, die anderen von Süd nach Nord streichen. Die ersteren sind von dichtem Magneteisen in Platten ausgefüllt. Das Gestein selbst ist von Magneteisen imprägnirt und magnetisch.

*) In ganz ähnlicher Weise entstanden die nur etwa 10—12 Meter niedersetzenden Rotheisensteinlager von Schwarzenberg und Eibenstock, zwischen Granit und Hornblendeschiefer. Das Eisenoxyd kommt auf ihnen sehr oft pseudomorph nach anderen Mineralien vor, ist also offenbar durch Wasser zugeführt worden.

**) Geologie des europ. Russland.

2) Der Blagodat bei Kuschwinsk (57° 34′ östl. Länge 58° 16″ nördl. Breite). Nach v. Helmersen*), G. Rose, Murchison, streicht der Berg von Norden nach Süden, ist eine Werst lang und besteht aus feldspathreichem Augitporphyr, worin Magneteisenerz liegt, dem hier und da Kalkspath, Feldspath, Analzim, Schwefelkies, brauner Glimmer, beigemengt ist. Das Magneteisen kommt mit Kalkstein im Augitporphyre vor; es erfüllt Spalten, in letzterem, umschliesst Augitporphr, wesshalb es von Helmersen für ein Eruptivgestein oder eine Lava gehalten wird.

3) Der Wissokaja-Gora bei Nischni-Tagilsk (55° 34′ östl. Länge 57° 55′ nördl. Breite). Diesen grossen Magnetberg haben G. Rose**), Murchison u. a. ebenfalls schon mehrfach beschrieben. Je länger der Bergbau solche Lagerstätten berührt, desto mehr Aufschlüsse kommen zum Vorscheine, ich kann desshalb den früheren Mittheilungen noch Manches beifügen, bemerke nur vorher noch, dass der Wissokaja Gora von Norden nach Süden streicht und nach beiden Richtungen im Zusammenhange mit niedrigeren Magnetbergen zu stehen scheint, von denen der eine südlich als niedriger Fels ohne Namen kaum über den ihn umgebenden Sumpf hervorsteht, während der andere nördlich gelegene, der Lebaschka bei Nischni-Tagilsk eine beträchtlichere Höhe bildet und vor Zeiten ausgebeutet worden ist. Endlich füge ich noch hinzu, dass zwischen Nischni-Tagilsk und Schaitansk an der Thiussowaja nach Mittheilungen der demidoff'schen Bergbeamten noch viele kleinere Magnetberge vorkommen, von denen einige die Hütten von Newjans, Werchneiwinsk und Schaitansk reichlich mit Erzen versehen. Ich sahe solche Erze auf der zuletztgenannten Hütte, es war körniges und dichtes Magneteisen.

Es hat demnach das Ansehen als ob vom Katschkanar bis zur Thiussowaja herab der Ural von einem 160 Werst langen Zuge Magneteisenstein begleitet werde, der mit den

*) Der Magnetberg Blagodat im nördlichen Ural. Petersburg 1837.

**) Reise in Russland etc.

Schichten der dortigen Silurformation etwa gleiches Streichen befolgt. An einige Punkten ist das Lager mächtiger als an anderen, an vielen Stellen wurde es ohnehin durch Erosion zerstört, wie die an manchen Orten reichlich vorkommenden Magneteisenrolllager bezeugen. Solcher Rolllager fand Herr Aubel zu Nischni-Tagilsk auf der demidoff'schen Landbesitzung mehrere auf; sie liegen sämmtlich auf dem Haupt-Magnetbergzuge unter Goldsand und besitzen gewöhnlich einen solchen Eisensteinreichthum, dass sie in anderen Ländern erwünschte Gegenstände des Bergbaues abgeben würden. Diese zerbrochenen Lagerstücke unterstützen die eben ausgesprochene Ansicht über die lineare Verbreitung des Erzes. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass hier und da Kupfermalachitlager das Magneteisen ersetzen; dass also ein Theil des aus dem kupferhaltigen Schwefeleisen, woraus der Malachit entstand, hervorgegangenen Eisenvitrioles an die sich bildenden Magneteisenlager überging. Bemerkenswerth ist der Kupfergehalt des Magneteisens von Nischni-Tagilsk, er beweisst den nahen Zusammenhang beider Bildungen. Wenn man vom Kamme des Uralgebirges, etwa von Wisimutkinsk nach Nischni-Tagilsk herabsteigt, überschreitet man folgende von Nord nach Süd verlaufende Schichten.

Die unteren Schichten der Steinkohlenformation, die devonischen Thonschiefer hat man im Rücken gelassen und metamorphosirte Schiefergesteine, Talk- und Chloritschiefer betreten, in denen mehrfache Quarzite, loskörnige Dolomite, crystallinische und dichte Kalke liegen. Alle diese Gesteine fallen flacher oder steiler gegen Westen ein. Das ausgedehnte dichte Kalklager in welches sich die Utka bis Wisimotschaitansk herab eingewaschen hat, ist dünngeschichtet und wechselt mit Schieferthon ab. Seine Schichten sind offenbar sedimentär, aber wie es scheint enthalten sie keine oder nur wenige Versteinerungen. Gegen die Höhe der uralischen Wasserscheide folgt diesem Kalke der Talkschiefer und diesem Serpentin mit Chromeisen und Asbestschnüren, das Gestein ist beiderseits am Wege durch viele Steinbrüche entblöst und hängt ohne Zweifel mit demjenigen zusammen

auf dem in der Nähe die Platinwäschen von Wisimotschaitansk liegen.

Dem Serpentin folgt ein steiler Kopf Syenit, an welchen sich westlich wiederum Talk und Choritschiefer anlegen. Endlich betreten wir eine Art Schalstein, welcher hier und da durchbrochen von Augitporphyr bis nach Nischni-Tagilsk hin reicht. Alle diese Gesteine bilden Falten und Mulden und fallen endlich östlich ein, einen weithin fortziehenden Kalkstein unterlagernd. Bei Nischni-Tagilsk ist dieser Kalkstein auf eine Länge von 40 Werst bekannt, vielfach durch Steinbrüche und Bergbau untersucht und entblöst; es ist der silurische Kalk in dessen Hangendem die Malachitlager (oder Schwefelkieslager) vorkommen, deren wir oben Seite 166 schon ausführlich gedacht haben.

Als Fortsetzung des Malachitlagers findet sich nun das Magneteisensteinlager des Wissokaja Gora; es ist selbst stellenweise so reich an Kupfererzen, dass darin eine Kupfergewinnung eingeleitet werden konne. Seine unmittelbare Unterlage die es von dem gerade hier mächtig anstehenden crystallinischen Kalke trennt, ist ein röthlicher oder blauer Thon, welcher wahrscheinlich nach der Tiefe in Thonschiefer übergeht, wie das auch auf der Kupfergrube der Fall ist. Sein Hangendes ist, wie bei dem Malachitlager Diorit. Der Diorit schneidet scharf am Magneteisensteine ab, ist aber in dessen Nähe sehr zersetzt, ausgebleicht, ein mürbes bröckliches Gestein, worin der Feldspathbestandtheil vorherrscht. Die höchste Kuppe des Wissokoja-Gora besteht daraus, an seinem westlichen Gehänge liegen die von mehreren Hütten bebauten Steinbrüche im Magneteisen. Der von der demidoffschen Berg- und Hütten-Verwaltung angelegte Tagebau liegt am südlichen Ende des Berges; er hat eine Länge von circa 300 Meter, eine Breite von circa 150 Meter und ist 20 Meter tief. Das Magneteisenlager ist soweit man es durch Schürfen und Bergbau kennt, am Wissokaja-Gora 600 Meter lang*)

*) Der 82 Meter hohe Wissokaja-Gora ist 1600 Meter breit und 2000 Meter lang, da das Magneteisen 2 Werst südlich davon und 5 Werst

und 500 Meter breit. Seine Grenze gegen den Diorit fällt in einem steileren Winkel (etwa 70 Grad), die gegen den, den Kalkstein bedeckenden Thon in einem flacheren Winkel (etwa 42—45°) ein, so dass das Erz nach unten beträchtlich abnehmen muss. Die Bergbeamten stellen desshalb auch keine sehr grosse Tiefe unter Thale für den Abbau in Aussicht. Von dem sich in höheren Felsen als das Magneteisen erhebenden Diorite her, ist ein 4 bis 10 Meter dickes Lehmlager über das Erz herabgefallen. Man findet das Eisensteinlager unmittelbar unter dem Lehm mehrere Dezimeter tief als traubigen und erdigen Roth- und Brauneisenstein mit Einschlüssen körnigen Magneteisens, es folgt alsdann ein ganz loskörniger und endlich erst ein fester, in grosse Stücke zerklüfteter Magneteisenstein. Loskörniger Magneteisenstein kommt nach mündlichen Mittheilungen Aubel's auch an den andern Magnetbergen vor; er findet sich in vielen Goldseifen nächst Nischni-Tagilsk und ist wahrscheinlich die Ursprungsstätte der am Ural so sehr verbreiteten Magneteisensande. Es ist nicht wahrscheinlich, dass das körnige Magneteisen aus dem dichten durch Zersetzung entstand; ich kenne es aus den Lagern von Suhl, wo es die inneren und tieferen Partieen bildet und glaube, dass einzelne Theile der Lager gleich bei der Entstehung des Erzes diese Structur angenommen haben.

Der dem Kalke genäherte Theil des Lagers (der tiefere Theil) enthält so viel Kupfererze eingesprengt, dass er zur Eisenfabrikation ganz untauglich ist und stehen gelassen wird. Die Kupfererze als Malachit, Lasur, Rothkupfererz, Kupferglanz, gediegen Kupfer, durchsprengen das Eisenerz; die kohlensauren Salze haben sich aber vorzugsweise auf den Klüften desselben angesammelt. Herr Aubel hat in diesem Lagertheile eine Kupfergewinnung eingeleitet und das Vorkommen mittelst eines Schachtes bis zu 15 Meter unter die

---

nördlich ebenfalls noch ansteht, so wird es wahrscheinlich länger als 6000 Meter sein; vorausgesetzt, dass es in seiner Längenerstreckung nicht hier und da von Kupfererzlagern unterbrochen oder ersetzt wird.

Abbausohle verfolgt, wo ich es noch anstehend sahe. Die Erze enthalten reichlich Kupfer und werden dem Kupferhüttenprocesse übergeben.

Der loskörnige Magneteisenstein ist ein Haufwerk polyëdrischer Körnchen denen selten kleine Octaëder beigefügt sind; der feste dichte ist starkglänzend, nicht polarisch und scheint immer eine Beimischung von Eisenglanz zu enthalten; er färbt gerieben wenigstens weisses Papier roth. Am Südende des Berges stehen einzelne Magneteisenblöcke über die Oberfläche an, die ein zelliges Gefüge besitzen. Offenbar stacken in diesen Hohlräumen ehemals andere Mineralien, welche nun verwittert sind. Diese Blöcke die dem alsbald zu betrachtenden Eisensteine von Lebaschka gleichen, sind attractorisch und polarisch-magnetisch. Auf sie gewehter Magneteisenstaub hatte sich als eine, der Moosvegetation ähnlichen lockeren Flockenmasse an diese Blöcke angehängt, ein kleiner Schlüssel ward von ihnen rasch angezogen und ziemlich festgehalten. Losgeschlagene Stücke waren weit weniger attraktorisch als der Fels, sie erlangten aber ihre volle Kraft wieder, wenn sie an ihren alten Fleck zurückgelegt wurden.

Der Lebaschka liegt 5 Werst nördlich vom Wissokaja-Gora und besteht aus Chloritschiefer, der einen geschichteten Kalkstein überlagert. Das Magneteisensteinvorkommen ist auf einer Fläche von ungefähr 500 Meter Länge und 300 Meter Breite durch tiefe alte Steinbrüche geöffnet. Einzelne unreinere Massen hat man früher stehen gelassen und nur die reineren Stücke genommen. Diese unreinen Massen sind sehr starke Magnete; ihnen ist ein hellrothbraunes, leicht verwitterndes, zu weissem Pulver zerfallenes Mineral, eingewachsen, welches in wenig deutlichen Säulen von unregelmässig verschoben achtseitigem Querschnitte crystallisirt, deren Endflächen nicht zu erkennen sind. Die Säulenflächen sind längsgestreift. Blätterdurchgänge einer vollkommen nach der Richtung einer Säulenfläche, ein zweiter spitzwinklig dagegen, unvollkommener und noch zwei andere, beide spitzwinklig schneidende, undeutlich.

Das Mineral lösst sich in Salzsäure einen dunkeln eisenhaltigen Rückstand lassend.

Ich halte es für Laumontit.

Ferner kommen in Drusen und Rissen kleinkörnige Einschlüsse von honiggelber Färbung vor, welche den vermeintlichen Laumontit begleiten und vielleicht eine Zeolitart sind. Das Mineral wird durch Salzsäure ohne Brausen aufgelöst, ist nicht hart, durchscheinend und ohne Blätterdurchgänge.

Kupfermalachit fand ich nur an einer Stelle als Anflug auf Kluftflächen.

In kleinen Höhlungen ist das Magneteisen crystallisirt. Die Octaëderflächen sind treppenartig erhöht, wodurch an den Kanten Rinnen entstehen.

Dieses Magneteisenlager ist in dicke Bänke horizontal geschichtet, man kennt sein Hangendes und Liegendes aus unmittelbarer Beobachtung nicht; es möchte aber Chloritschiefer im Hangenden und ein crystallinischer mit dem Silurkalke von Nischni-Tagilsk zusammenhängender Kalkstein, das Liegende sein.

Noch weiter gegen Norden ist das Land mit Sumpf, Torf und Alluvion bedeckt, unter dem der Kalkstein mehrfach erschürft worden ist. Rolllager von Magneteisen fehlen ebenfalls nicht in dieser Ebene sie enthalten zuweilen Gold in gröbern Körnchen; es ward auf ihnen mehrfach Goldwäscherei betrieben. Endlich stellen sich auch noch Kupfererzlager ein, welche Wiederholungen des von Nischni-Tagilsk zu sein scheinen.

Viele Geologen haben das Magneteisen, obgleich keine neuere Lava davon eine Spur enthält, für ein vulkanisches Erzeugniss angesehen, weil es in manchen älteren dem Stoffwechsel unterlegenen Lava z. B. im Basalte und Dolerite, nicht selten ist. Es ist bekannt, dass viele metamorphosirte Schichten Magneteisencrystalle in solcher Menge einschliessen, dass sie fast als Eisenerz benutzt werden könnten. Dies gab zu der Meinung Veranlassung, es sei ein Product des Plutonismus. Ich habe in der Walchen im oberen Ensthale

Steiermarks Aphrosideritschiefer anstehen sehen, welcher von grossen Magneteisenoctaëdern durchspickt ist. Die Crystalle sind wie die damit vorkommenden Granaten (Almandin) von gebogenen Aphrosiderit- und Glimmerschüppchen rings umgeben; es hat das Ansehen als ob sie später in das blätterige Gestein hineingewachsen wären, wie etwa in den Mineraliensammlungen Gypscrystalle in den Thon hereinwachsen und ihre Umgebung blätterig pressen. Die Crystalle von Magneteisen umhüllen häufig Splitter vom Nebengesteine gerade so wie die Gypscrystalle, welche unter unseren Augen im Braunkohlenthone anschiessen. Der Aphrosideritschiefer ist ein wasserhaltiges Gestein, aus dessen Zersetzung allerdings kohlensaures Eisenoxydul und daraus Eisenoxydoxydul entstehen kann, welches aber seinen Wassergehalt bei der, zum Schmelzen des Magneteisens erforderlichen Temperatur um so leichter verlieren möchte, als sich das Eisenoxydul an Stelle des Wassers mit dem kieselsauren Eisenoxydule des Aphrosiderites zu einem überbasischen Salze verbinden würde. Wir sehen das in den Puddelöfen und Frischfeuern täglich.

Weil die frische Lava wohl kieselsaure Eisensalze, niemals aber freies Eisenoxydul enthält, weil die starke chemische Wahlverwandtschaft, welche geschmolzenes Eisenoxydoxydul auf kalk-, kiesel- und thonerdehaltige Substanzen ausübt, es zwingt sich alsbald mit denselben zu einem leichtschmelzenden Flusse zu vereinigen, so kann ich der Meinung, dass das Magneteisen in der Natur als Lava oder Eruptivgestein auftreten sollte, nicht beipflichten. Ich halte es vielmehr in Anbetracht der oben angeführten Beispiele von Auwal und Hirzenhain für ein Product des durch Wasser bewirkten Stoffwechsels. So in den Basalten und Doleriten, so in dem devonischen Schalsteine, im Silurgesteine, in den Aphrosideritschiefern, so da, wo Granit die norwegischen Thonschiefer überlagert und auch hier am Ural, wo Eisensilicat enthaltende Gesteine in Berührung kamen mit Schwefelkies und Kalkstein.

Ich habe mir von der Bildung der mächtigen Lagerstücke die folgende Vorstellung gebildet.

Der Schwefelkies des mit dem silurischen Kalke verbundenen Thonschiefers verwandelte sich in Vitriol, der über eine kohlenstoffenthaltende Kalkschicht (wie in dem Litorinellenkalke bei Frankfurt) Sphärosiderit bildete.

Das Dioritgestein über dem Kalke gab bei der Zersetzung anfangs kohlensauren Kalk ab, welcher sich mit dem Kalksteine seiner Unterlage zu crystallinischem Kalke vereinigte, ebenso wie Kalkspatheinseihungen den Korallenkalk der Devonformation so oft in crystallinisches Gestein umwandeln. Später aus kieselsauren Eisensalzen des Diorites entstandenes und ausgelaugtes kohlensaures Eisenoxydul vermehrte den Sphärosideritgehalt auf dem Lagerwechsel.

Das auf diese Weise entstandene Sphärosideritlager war mit dem Kohlenstoffe aus dem von ihm verdrängten Kalke vermischt, welcher es eine Zeit lang vor Oxydation schützte. Wenn nun, vielleicht durch zugeführtes Verwitterungsproduct des Schwefelkieses Eisenoxyd mit dem Carbonat des Eisenoxydules in Berührung kam, so verband sich dieses, vielleicht Kohlensäure ersetzend, mit dem Oxydule zu der Verbindung, welche jetzt vorliegt.

Das Lager war anfänglich wahrscheinlich von weit geringerer Mächtigkeit als es jetzt erscheint. Der Kalkstein in seinem Liegenden unterlag den nagenden Wirkungen des Wassers, die Magneteisensteinfelswand stand eine Zeit lang im Schutze des Dioritfelsens entblöst, stürzte aber endlich ein, ein aus dichtgedrängten Stücken bestehendes Lager über dem Kalksteine bildend. An anderen Punkten lieferte das zerbrochene Magneteisenlager den Stoff zu den unzähligen Rolllagern und dem Magneteisensand der Alluvionen und wenn wir in Betracht ziehen, dass sich in unserem Lager am Wissokaja-Gora der schwerste Rückstand eines vielleicht 300 Meter höheren in der Zeit abgespülten Gebirgstückes gesammelt hat, so erscheint dessen Umfang von verhältnissmässig geringer Bedeutung.

Die Steinkohlenformation

am

Ural.

Einleitung.

A. Beschreibung der Gesteine, welche die uralische Carbonformation zusammensetzen und begrenzen.

B. Beschreibung der durch Wasserspülung und Bergbau entblösten Gebirgsprofile, welche über die Lagerung der Steinkohlenflötze Aufschluss geben.

C. Schilderung der Lagerungsverhältnisse der Carbonformation im Allgemeinen.

Schluss.

In Russland verbreitet sich die Carbonformation über ausserordentlich grosse Flächen zu Tage sichtbar oder sie ist wenigstens nur bedeckt durch verhältnissmässig dünne Ablagerungen jüngerer Gesteine in der Tiefe vorhanden. Sie tritt in einem breiten Bande im Westen auf vom Eismeere über Archangel, Witerga, das Waldaigebirge bis Toropez und dehnt sich aus in den Gouvernements Twer, Moskau, Tula, Kaluga, Rjäsan und Nischni-Nowgorod bis über Wladimir hin. Dieses Band ruht überall auf den Schichten der devonischen Formation, welche es südlich von Peremischel bis Donkow von der südrussischen Kohlenformation, die bei Bachumt im Lande der donischen Kosacken zu Tage tritt, trennen. Ostwärts Donkow verbergen sich die älteren Formationen unter Gesteinen des permischen Systemes, der Jura- und Kreideformation, so dass an der Oberfläche nicht zu ermitteln ist, ob die südrussische mit der nordwestrussischen Kohlenformation im Zusammenhange steht. Die bei Samara an der Wolga hervorlugende Bergkalkpartie lässt aber vermuthen, dass die nordwestliche mit der nordöstlichen oder uralischen in der Tiefe zusammenhängt. Am Westgehänge des Ural sind deren Gesteine in einer vom 51° bis zum 65° nördlicher Breite reichenden ununterbrochenen Zone entblöst; sie finden sich in gleicher Entwicklung auch östlich des Ural in Asien wieder. Graf Keyserling wies sie an beiden Gehängen des aus älteren Gesteinen gebildeten flachen Rückens des Timangebirges nach.

Ich werde mich mit einem Stücke der uralischen Carbonformation zu beschäftigen haben, muss aber der Vergleichung wegen auch Einiges über die anderen Theile der grossen nordrussischen vorausschicken.

Die Ablagerungen, welche das nordrussische Kohlenbassin erfüllen sind vorzugweise mariner Entstehung, Kalk und Mergel mit unzähligen Resten von Meeresthieren gemengt. Nur ein kleiner Theil des Beckens enthält ausserdem noch Land- und Süsswasserbildungen, worin sich Steinkohlenflötze vorfinden. Im nördlichen Russlande scheinen die Kohlen gänzlich zu fehlen, tiefer im mittleren und südlichen erlangen sie aber eine bedeutendere Entwicklung. Sie nehmen offenbar verschiedene Etagen in der Formation ein und bestätigen dadurch aufs neue, dass sich zu allen Zeiten Kohlenstoffansammlungen auf der Erde anlegen, wenn nur die zu ihrem Entstehen erforderlichen Umstände zusammentreffen.

Die westrussischen Kohlengesteine sind nach Murchison, de Verneuil und Keyserling*), nach v. Helmersen**) und anderen Geologen im Allgemeinen am Rande des Bassins in folgender Art gegliedert:

1) Fusulinenkalk, ohne grosse Productusarten, dagegen *Fusulina cylindrica*, *Euomphalus pentangulatus*, *Spirifer Mosquensis*, *Turbinolien*, *Cyathophyllen*, *Fenestellen* enthaltend; meist dünngeschichtet und reich an Feuersteinknollen.
2) Spiriferenkalk mit *Spirifer Mosquensis*, *Productus punctatus*, *P. antiquatus*, *P. lobatus*, *P. spirulosus*, *Lithostrotion floriforme*, *Chaëtetes radians*, *Cyathophyllen*, abwechselnd mit grünem und rothem Mergel und glimmerreichem grünen Sandsteine und Sande.
3) Productuskalk, ein bituminöser Kalkstein mit *Pro-*

*) Geologie des europäischen Russlandes, Uebersetznng von G. Leonhard.

**) Die in Angriff genommenen Steinkohlenlager des Gouvernements Tula. Schriften der Petersburger Akademie der Wissenschaften 1860.

ductus giganteus, P. variabilis, P. punctatus, P. antiquatus, Chaëtetes radians u. s. w.

4) weisser Sand und Mergel;
5) bituminöser Thon und Schieferthon, zuweilen mit schwachen durch Schwefeleisen verunreinigten Kohlenflötzen.
6) Sand und Sandstein mit Stigmarien.
7) devonische, grüne und rothe Kalksteine und Schiefer mit *Terebratula livonica, T. Puschana, Orthis resupinata.*

Die Steinkohlen, sämmtlich von nur geringer Mächtigkeit, 8 Centimeter bis $1^1/_2$ Meter, liegen hier vorwiegend auf der Devonformation unter dem Bergkalke mit *Productus giganteus*, von welchem sie aber durch eine 36 bis 40 Meter dicke Thon-, Sand- und Mergelbedeckung geschieden sind.

Auerbach und Trautschold*) haben die Ansicht vertheidigt, dass im mittleren Russland auch über dem Bergkalke mit *Productus giganteus* Steinkohlen vorkommen möchten und durch einzelne Beispiele ihre Ansicht zu beweisen gesucht. Aus ihrer auch in chemischer und paläontologischer Hinsicht schätzenswerthen Arbeit ergibt sich, dass ein sehr grosser Theil der besseren centralrussischen Steinkohlen unmittelbar auf Devongestein und unbedeckt vom Bergkalke liegen. Es ist unser Wunsch, dass der durch sie angeregte wissenschaftliche Streit einen Wetteifer in der geologischen Forschung herbeiführen möge, welcher die für Russland so ernste Frage möglichst gründlich zur Erledigung bringt. Wenn wir uns die Bodenverhältnisse Russlands zur Zeit der Bildung des Bergkalkes vergegenwärtigen, so müssen wir uns ein von Finnland bis zum 47. Grade nördlicher Breite fast bis zum asow'schen Meere reichendes aus crystallinischem Silicat-, Silur- und Devongestein gebildetes Festland denken, welches das Bergkalkmeer westlich begrenzte.

Wahrscheinlich dehnten sich einzelne Busen dieses Bergkalkmeeres weit südlich bis zum 50. Grade nördlicher Breite

---

*) Die Kohlen von Central-Russland. Moskau 1860.

aus, in ihm lagen das Uralgebirge und der Timan als flache Inseln.

Auf dem westlichen Festlande mochte eine Vegetation Platz greifen, die kräftiger auftrat im Süden als im kalten Norden. Daher finden wir im Tula'schen und Kaluga'schen Gouvernement zahlreichere und mächtigere Steinkohlenablagerungen als im Waldaigebirge; bei Witegra und Archangel nur noch einzelne Pflanzenreste und bituminöse Thonlager.

Das Küstenland, bedeckt von devonischen Meeresabsätzen, verdankte seine Existenz offenbar Hebungen des Bodens, denn ein Ablaufen des Oceanes oder ein allgemeines Sinken seines Niveaus bleibt wissenschaftlich unerklärbar. Solche Bodenhebungen sind aber an vielen Küsten heutiges Tags noch zu beobachten, sie ereigneten sich das Relief der Erdoberfläche entwickelnd zu allen Zeiten.

Mit ihnen verbunden sind aber auch locale oder sehr grosse Strecken umfassende Bodensenkungen, sowohl in neueren Tagen als in alter Zeit. Wie leicht konnten durch solche Senkungen Torfsümpfe des Küstenlandes unter Meer kommen und von Meeresabsätzen (Bergkalk) bedeckt werden! Ich erinnere an den Serapistempel bei Puzzolo. Seine Säulen sind nach seiner Vollendung tief ins Meer eingetaucht gewesen, Bohrmuscheln haben sie der Meeresoberfläche nahe, durchbohrt, Austern und Serpulen sitzen auf ihnen fest und jetzt steht alles wieder über Wasser; eine neue Hebung hat die Tempelsäulen ohne sie zu fällen wieder aufs Trockene befördert.

Das Vorkommen von Meeresabsätzen zwischen den Schichten der productiven Steinkohlenformation steht in Centralrussland keineswegs vereinzelt. In Westphalen beobachtete ich von oben nach unten fortschreitend folgende Schichtenreihe, über welche ich an einem anderen Orte ausführlicher berichten werde.

Schacht Arnold und Schacht Vollmond bei Werne ohnfern Bochum.

1) Mächtige Ablagerung von Kreideschichten, der Kohlenformation divergirend aufgelagert.

2) Schieferthon der Kohlenformation,
3) schwaches Steinkohlenflötz (30 Zoll),
4) Schieferthon mit einer 2 Meter dicken Schicht, worin unzählige *Avicula papyracea* Goldfs., guterhaltene *Pecten* wahrscheinlich eine neue Art, *Euomphalus* und nndeutliche *Nautilus*reste,
5) Schieferthon,
6) zweites Steinkohlenflötz (24 Zoll),
7) Schieferthon mit dünnen Spatheisensteinschnüren, darin *Anodonta cicatricosa* Ldg., *Cyrena anthracina* Ldg., *Dreissenia laciniosa* Ldg.,
8) ferner ein reicher Wechsel von Schieferthon mit vortrefflichen und mächtigen Steinkohlenflötzen mit unzähligen Landpflanzen.

Auch auf dem Mathiasschachte bei Essen sollen über den Kohlen *Avicula papyracea* gefunden worden sein, ich besitze ein Stück daher. Unter dieser offenbar marinen Schicht kommen Steinkohlen vor mit *Anodonta cicatricosa.* Die Kohlenflötze von Zollverein und Carl bei Altenessen, zwischen denen ich zahlreiche Süsswasserbivalven fand mögen zu dieser Etage der westphälischen Kohlenformation gehören; sie sind ausgezeichnet durch *Unio Geinitzi*, Ldg., *Anodonta cicatricosa* Ldg., *Anodonta lucida* Ldg., *Cyclas elegans* Ldg., *C. anthracina* Ldg., *C. extenta* Ldg., *Dreissenia laciniosa* Ldg., *D. Feldmanni* Ldg., *D. inflata* Ldg., *D. dilatata* Ldg.

In der mittleren kohlenreichen Etage der westphälischen Kohlenformation gelang es noch nicht *Dreissenien* zu finden, dagegen habe ich daraus folgende Süsswasserbivalven beschrieben und in der Paläontographica*) abgebildet *Unio cymbaeformis*, *U. obtusus*, *U. securiformis*, *U. crassidens*, *U. Lottneri*, *U. batilliformis*, *Anodonta lucida*, *A. brevis*, *A. Hartensteinensis*, *Cyrena rostrata.* Unterlagert wird diese mächtige Süsswasserbildung deren zahlreiche mächtige Steinkohlenflötze durch umfangreichen Bergbau ausgebeutet werden, bei Werden, Dilldorf, Hattingen, Hittingshausen an der Ruhr

*) Herausgegeben von H. v. Meyer. Band VIII. 1860.

durch eine Thonschieferbank, worin *Goniatites crenistria* Sandbgr., *(G. sphäricus). Goniatites diadema* Kon.; *Goniatites n. sp. Avicula papyracea* Goldf. *A. lunulata* Kon. *Nerita* und einige andere Meeresbewohner in Masse stecken. Darunter liegen nun noch mehrere Eisensteinlager und einige magere Steinkohlenflötze, mit denen *Anodonta angulata* Rgckh., *Unio atratus* Goldf. und *Anodonta minima* Ldg. einbrechen.

Diese unterste Süsswasserbildung ruht endlich auf dem marinen Culm und Bergkalke.

Wer erkennt hier nicht wiederholte Bodenschwankungen, die aber in sehr langen Zeiträumen aufeinander folgten und wahrscheinlich nur ganz allmählig eintraten.

Ich wende mich nun dem Theile der russischen Kohlenformation zu, welchen ich genauer untersuchen konnte; er umfasst die zwischen dem 58⁰ 50" und 59⁰ 15" nördl. Breite vorliegende Zone an den Flüssen Lunja, Kisel, Koswa, Uswa westlich vom Ural.

Südlich dieses Landstriches hat Murchison*) die Kohlenformation des Ural an der Thiussowaja gesehen; sie ist daselbst nach seinen Angaben von oben nach unten in folgender Weise gegliedert:

Plattenförmiger schwarzer Kalkstein, Sandstein und Mergel.

Grobkörniges Conglomerat mit Schieferthon, darin Calamiten.

(Diese Schichten bezeichnet Murchison obgleich er darin an der Thiussowaja keine Goniatiten auffand als Goniatitensandstein; ich halte sie für die ältesten Theile des Rothliegenden, permischer Formation).

Weisser kieseliger Sandstein.

Grauer sandiger Schiefer.

Steinkohle.

Harter kieseliger Sandstein, *Millstone-grit.*

Lichtgrauer oder brauner Kalkstein mit *Spirifer Mosquensis.*

Schiefer und quarziger Sandstein.

---

*) Geologie von Russland. S. 149 u. f. f.

Kalkstein mit Kieselgeoden und *Productus giganteus.*

Lichtgrauer crystallinischer Kalkstein.

Devonische Schiefergesteine.

Murchison hörte als er mit Keyserling und de Verneuil Russland geologisch untersuchte nur von dem auf Lazarew'schem Eigenthum an der Koswa gemachten Steinkohlenfunde; er sahe den Ort selbst nicht.

Graf Keyserling*) kam dem von mir untersuchten Gebiete auf seiner Reise in das Petschoraland von Norden sehr nahe; er fand da, wo Ural und Timan sich einander nähern die Kohlenformation von oben nach unten gegliedert aus folgenden Schichten.

Pfefferfarbiger Sandstein und Mergelthon mit undeutlichen Pflanzenresten. (Von mir zum Rothliegenden gestellt).

Bergkalk mit *Fusulina cylindrica.*

Bergkalk mit vielen *Cyathophyllen* und *Corallen*, einigen kleineren *Producten* und *Spirifer Mosquensis.*

Bergkalk mit *Productus hemisphäricus.*

Silurische Schichten.

General Hofmann besuchte mit Herrn Dr. M. v. Grünewald im Jahre 1857 die Steinkohlenlager an der Lunja und Koswa sehr flüchtig. Grünewald**) beschreibt diese Reise, auf welcher innerhalb 4 Tagen 400 bis 500 Werst auf den elendesten Wegen zum Theil durch Urwald zurückgelegt und zugleich weite Touren zu Schiff und zu Pferde bis an die von den Hauptwegen sehr entfernt gelegenen Kohlenflötze unternommen werden mussten und glaubt die Kohlen unter dem Bergkalke mit *Productus giganteus* anstehend gesehen zu haben. Ich habe die Gebirgsprofile an sämmtlichen Gruben und Ausgehenden genau besehen, die Schachtabteufen, Stollen und Gewinnungsarbeiten widerholt befahren und eine

---

*) Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland. Petersburg 1846.

**) Beiträge zur Kenntniss der sedimentären Gebirgsformationen in den Berghauptmannschaften Jekatharinburg etc. Petersburg 1860.

von v. Grünewald abweichende Ansicht über die Lagerung der Steinkohlen am Ural bekommen, kann aber die Murchison's vollkommen bestätigen.

Bei meinen geologischen Untersuchungen an der Lunja, Lithwa, Kisel, Koswa und Uswa, deren Ergebnisse auf der beiliegenden Karte Tafel XV niedergelegt worden sind unterstützten mich die des Landes kundigen wsewolojski'schen Bergbeamten Kascheminikow und Michanoschin mit denen ich viele Touren zu Fusse und zu Pferde durch das an Naturschönheiten reiche Felsgebiet der Wsewolojskischen und Lazarew'schen Tatschen (Landbesitzungen) unternahm. Diese beiden Herren haben früher gemeinschaftlich mit dem Bergingenieur Grassmann, die Besitzungen ihres Herrn nach allen Richtungen durchforscht und ihre Beobachtungen auf genaue von ihnen aufgenommene topographische Karten eingetragen. Wenn sie auch ohne Kenntniss der Versteinerungskunde nicht im Stande waren die Kalksteine verschiedener Etagen von einander zu unterscheiden, so waren ihnen doch die abweichenden Formen der eingeschlossenen Muscheln selbst sehr wohl bekannt, sie nahmen mit Freude meine Mittheilungen entgegen und lohnten mir mit unermüdlichem Eifer im Aufsuchen von Versteinerungen beim Bereisen der verschiedenen Fundstätten. Die von diesen Herren angefertigten Karten dienten mir bei meinen Untersuchungen als ein sehr erwünsehtes Hülfsmittel. Auf Lazarewschen Boden kam mir Herr Tschernow zu Kiselowsk durch Vorzeigung der Grubenrisse sehr zuvorkommend entgegen und erleichterte mir dadurch meine Arbeiten wesentlich.

Ich fand im Allgemeinen folgende Gliederung der uralischen Steinkohlenformation:

Oben Conglomerate des Rothliegend.

Pfefferfarbiger Sandstein und Mergel, beide zum Perm-System gehörig. Es folgen dann die Gesteine der Carbonformation.

1) Fusulinenkalk, im Westen des Terrains mächtig entwickelt.
2) Quarzitschiefer und Quarzitfels mit unterge-

ordneten Schiferthonbänken; weiss und röthlich zuweilen in Sandstein übergehend.

3) Steinkohlen.
4) Grauer und rother Sandstein mit Stigmarien (Stigmariensandstein) zuweilen mit Schieferthonlagern, öfters grobes Conglomerat *(Millstone-grit)*.
5) Schieferthon, grau bis schwarz.
6) Dünngeschichteter Kalkstein mit *Spirifer Mosquensis,* vielen Cyathophyllen und Corallen; nach oben zuweilen dolomitisch.
7) Schwarzer Schieferthon mit Kieselschiefer und Schwefelkies.
8) Schwarzer dickgeschichteter Kalkstein mit *Productus giganteus.*
9) Quarzsandstein und Schieferthon.
10) Gelblicher versteckterystallinischer Kalkstein worin nur selten *Productus giganteus* und Criniten.
11) Schieferthon und Quarzitschiefer mit schwarzen sehr kohlenreichen Thonschiefereinlagerungen.
12) Quarzsandstein.

Unten: Devonische Schichten.

Den Fusulinenkalk habe ich nirgends in unmittelbarer Auflagerung auf den Kalk mit *Spirifer Mosquensis* gefunden; er fehlt an der Thiussowaja wie es scheint gänzlich. Murchison erwähnt seiner wenigstens nicht; ist dagegen im Norden, im Petschoralande reichlich entwickelt. An mehreren Punkten fand ich ihn auf dem Stigmariensandstein ruhend. Die steinkohlenführenden Schichten scheinen nirgends unter den Fusulinenkalk herabzugehen, ich glaube sie für ihm gleichzeitige Landbildungen halten zu dürfen.

Die in den Kalksteinen, den Kohlen und Sandsteinen der uralischen Steinkohlenformation von mir gesammelten organischen Reste werde ich in v. Meyer's Palaeontographica abbilden und beschreiben; viele derselben sind durch v. Keyserling's Untersuchungen im Petschoralande schon bekannt, andere finden sich in v. Grünewald's angeführter Schrift

über die Verhältnisse der Sedimente in den Bergbezirken von Jekatharinburg, Kuschwa und Slatoust ausführlich bearbeitet.

A) Beschreibung der Gesteine, welche die uralische Carbonformation zusammensetzen und begrenzen.

1) Devonische Gesteine.

An der Mündung der Utka in die Thiussowaja im Landgebiete der Familie Demidoff, welches auf der beiliegenden Karte nicht mehr dargestellt wurde, fand ich die devonische Formation aus Thonschiefer, Quarzfels und Kalkstein bestehend. Der Thonschiefer ist von grauer Farbe oft reich an Glimmerblättchen; dünnblättrig. Er umschliesst: *Spiringerina reticularis, S. latilinguis, S. Duboisi; Cyathophyllen.*

Der Kalkstein von hellgrauer Farbe, dicht bis schwach crystallinisch bildet eine 3/4 bis 1 Meter dicke Bank in diesem Thonschiefer. Sie besteht fast nur aus Corallen *(Calamoporen).* Der Quarzfels ist dünngeschichtet, hellfarbig, gelblich. Versteinerungen finden sich nicht in ihm. Die Formation ist in dem längs der Uswa ausgedehnten Landgebiete der Familie Wsewolojski aus Thonschiefer und Sandstein, denen Eisenspilit und Diorit eingelagert sind, zusammengesetzt. Die devonischen Gesteine sind hier Thonschiefern und damit verbundenen Talk- und Chloritschiefern aufgelagert, welche aus der Metamorphose der silurischen Schichten entsprungen sein dürften. Die Talk- und Chloritschiefer sind sehr dünnblätterig, weich und ähneln manchen Serizitschiefern des Taunus. Auf der Ostseite des Ural begleiten ganz gleiche Gesteine die versteinerungführenden Kalke von Nischni-Tagilsk, was mich veranlasst sie mit diesen zu der Silurformation zu rechnen.

Am oberen Laufe der Uswa, ragen aus ihnen höhere Quarzfelsgesteine hervor, welche die steilen Rücken veranlassen die als *Mala-Bazek-Kamen, Bolschoi-Bazek-Kamen, Ostroi-Kamen* und *Miasknoi-Kamen* eine mit dem Hauptstreichen des Ural parallele westliche Kette bilden.

Ueber dem steil westlich einfallenden Talkschiefer folgen rothe und roth, weiss, grün gestreifte feste Mergelschiefer und Thonschiefer, abwechselnd mit dünnen Kalksteinlagen. Sie sind reich an Eisenoxyd und enthalten nur wenige undeutliche Versteinerungen.

Viel weiter südlich 15 Meilen etwa entfernt, bei Serebränka fand Murchison in dem, ähnlichen rothen Schiefern eingelagerten Kalksteine, devonische Versteinerungen; oberhalb Utkinski Pristan an der Thiussowaja, beobachtete ich ähnliche rothe Schiefer in Begleitung von Mergelschiefern, worin *Spiringerina reticularis* und *Duboisi;* auch v. Grünewald *) erwähnt eines solchen Fundes im Kalkstein bei Soulem an der Thiussowaja. Ein Blick auf die Karte von Russland überzeugt uns, dass die letztgenannten Orte über Serebränsk (Serebriansk) nach der Gegend der Uswa, wo ich das rothe Schiefergestein anstehend fand, ungefähr in dem Hauptstreichen der uralischen Sedimentformationen liegen. Die Vermuthung, dass das uswaer Gestein mit jenem südlicher anstehenden ununterbrochen zusammenhänge, dürfte bei der Regelmässigkeit der dortigen Lagerungsverhältnisse daher vorläufig ausgesprochen werden dürfen.

An der Uswa erheben sich aus dem rothen Schiefer steile aber niedrige Kuppen von Diorit, welcher deutlich aus Albit und Hornblende gemengt, durch Chlorit grün gefärbt ist und neben Kalkspath einzelne Fünkchen Kupferkies enthält. Graue mürbe Thonschiefer folgen auf die rothen und bedecken die Umgegend von *Deregne Beskodowsk.* Ueber diesen auch an der Serebränka, Utka und Thiussowaja die rothen überlagernden Thonschiefern stehen an der Uswa eigenthümliche Kugelgrünsteine in steilen Felsen an. Das Gestein ist bräunlichgrün, erdig im Bruche, hat sphäroidische Struktur, indem es aus Kugeln und rundliche Knollen von 10 bis 25 Centimeter Durchmesser zusammengesetzt wird. Das Gemenge der Felsart ist so innig, dass keiner der Bestandtheile erkannt werden kann.

---

*) O. a. S. S. 52.

In allen diesen Eigenschaften stimmt es mit metamorphosirten Gesteinen der rheinischen Devonformation überein, mit dem im nassauischen und hessischen Hinterlande den rothen und grauen devonischen Kramenzelschiefer überlagernden Eisenspilit; ich war überrascht in diesen fernen Gegenden Russlands die mir so wohlbekannten Gesteinsvarietäten der deutschen Devonformation wieder zu finden. An der Serebränka, Utka und Thiussowaja fehlen Diorit und Eisenspilit.

Auf den Eisenspilit, dessen obere Grenzebene gegen Westen einfällt, wie alle Schichten der vorhergehenden Schiefergesteine, legen sich nun graue Schiefer und Sandsteine und auf diese endlich die Gesteine der uralischen Steinkohlenformation an. Das tiefste ist an der Uswa und Koswa Sandstein, an der Thiussowaja und Utka in Quarzfels übergehend.

2) Gesteine der Steinkohlenformation.

a. Sandsteine und Quarzfelsschiefer.

In dem oben angeführten Verzeichnisse sind drei Sandstein- und zwei Quarzitschiefer-Arten aus verschiedenen Etagen der Formation aufgezählt. Sie scheinen sich in der Weise zu ersetzen, dass an einer Stelle Quarzit, an der anderen Sandstein vorkömmt, die Gesteine gehen in einander über.

Während an der Utka und dem oberen Laufe der Thiussowaja Quarzit und Quarzitschiefer mit Thonschiefer und Pflanzenresten unmittelbar über dem Devongesteine vorkommen, findet sich an der Uswa darauf ein grauwackenartiger Sandstein.

Der tiefste Sandstein, eben dieser grauwackenartige, in unserem Verzeichnisse (Seite 228) unter Nr. 12 aufgeführte ist grünlich, graulich bis weiss von Farbe, festkörnig, fest und lässt sich nur schwer zerbrechen. Sein Korn ist von mittlerer Feinheit; fettglänzende Quarzkörnchen in grünlichem oder graulichem, thonigem oder quarzigem Cemente bilden ihn. Er ist geschichtet und durch Querab-

sonderung in fast cubische Stücke getheilt. Conglomerate kommen darin nicht vor. Er gleicht manchen grünlichgrauen Sandsteinen des deutschen Culmes, dem Flötzleeren v. Dechen's oder der harzer Grauwacken zum verwechseln.

Versteinerungen sind an der Uswa noch nicht in ihm gefunden worden. Dagegen führt ein wahrscheinlich mit ihm im Zusammenhange stehender, unter dem versteckt crystallinischen Productuskalke Nr. 10 liegender Sandstein an der Koswa Steinkerne eines grossen Productus. Man könnte ihn desshalb Productus-Sandstein nennen. Ob der Goniatitensandstein von Artinsk hierher zu ziehen ist, bleibt zweifelhaft bis dessen Verhältniss zum Productuskalke festgestellt sein wird. Nach v. Grünewald*) umgeben den Sandstein von Artinsk einerseits pfefferfarbige Sandsteine und Conglomerate mit *Productus latissimus* einschliessenden Bergkalkstücken, also wohl Rothliegendes, andererseits Bergkalk selbst. Möglicher Weise gehört er einer der zahlreichen Hebungen mit antiklinem Schichteneinfallen an, welche am Westgehänge des Ural so häufig vorkommen.

Den untersten Quarzitschiefer Nr. 11 unseres Verzeichnisses sahe ich nur an der Utka, ungefähr 4 Werst oberhalb des demidoff'schen Pristan an der Mündung der Utka in die Thiussowaja. Er ist ein sehr dichter feinkörniger Quarzfels, dem Taunusquarzite ungemein ähnlich, von grauer und weisser Farbe, wechselt in dickere und dünnere Bänke abgetheilt mit mürbem Thonschiefer, worin sich unbestimmbare Pflanzenreste finden.

Es scheint als ob diese tiefste Abtheilung der uralischen Carbonformation eine Strandbildung je nach den Localitäten von sehr verschiedener Mischung und Entwicklung seie. An einem Punkte möchte sie in flachen Sümpfen zum Absatze gekommen sein, an anderen als Dünenbildung sich gestaltet haben, deren Fuss bis tief in das Meer herabreichte. Vielleicht entspricht sie an der Utka den Schichten in welchen

*) Oben angeführte Abhandlung Seite 27 u. f. f.

in Centralrussland und am Waldai die Steinkohlen vorkommen.

Der Quarzsandstein Nr. 9 unseres Verzeichnisses tritt an der oberen Thiussowaja nur in schwachen Lagern abwechselnd mit Schieferthon zwischen Bergkalk eingelagert auf*). Ich habe ihn selbst nicht gesehen. Quarzfelsschiefer, Kieselschiefer von schwarzem Thon der mit Steinkohlen verwechselt werden kann, kommt auch in der Nähe von Kiselowsk und an der Lunja dem Productuskalke untergeordnet vor; es könnte möglicherweise derselbe sein, worin nach v. Grünewald bei Kynowsk an der Thiussowaja sehr unreine kiesige Steinkohlen und sehr kohlenstoffreiche Thone liegen.

Der rothe und graue Sandstein Nr. 4 unseres Verzeichnisses, den ich Stigmariensandstein nennen möchte, liegt über dem Bergkalke mit *Spirifer Mosquensis.* Ich fand ihn so an der Koswa, Uswa, am Kisel und an der Lunja; er steht ohne Zweifel mit dem Sandsteine in Verbindung den Murchison**) an der Thiussowaja als den Bergkalk bedeckend und die Steinkohlen von Kalino unterlagernd anführt und mit dem Flötzleeren oder Millstone-grit vergleicht.

Dieser Sandstein ist theils roth, theils grau, theils grünlich gefärbt, er ist von feinem Korne oder ein sehr grobes Conglomerat, theils thonig, theils kalkig, theils kieselig.

Die Conglomeratbänke liegen in den verschiedensten Höhen; sie sind aus reinstem Quarze zusammengesetzt, an der Uswa, linkes Ufer, oder aus Quarz, Hornstein, Kieselschiefer, älteren Sandsteingeröllen, Kalkstein und Kieselschieferbrocken gebildet, durch Kalk, Thon und Kiesel verkittet, bei Gubacha und an der nördlichen Lunja.

Feinkörnige Sandsteine von rother Farbe, dem Buntsandsteine der hessischen Berge ungemein ähnlich, bedecken bei Nischni-Parogi an der Uswa ein auf dem Bergkalke ruhendes Eisensteinlager. Das Gestein ist thonig, fest, in starke Bänke geschichtet und wechsellagert mit rothem Schieferthone.

---

*) Von v. Grünewald's o. a. A. Seite 56.

**) Geologie des europäischen Russlands Seite 151.

Graue Sandsteine, zum Theil hart zum Theil weich, theils mit kieseligem, theils mit thonigem Bindemittel, kommen abwechselnd mit Thon und Mergel in grobe Bänke geschichtet oder glimmerreich in dünne Platten abgetheilt, an der Uswa, Koswa, Lunja und am Kisel, in grosser Mächtigkeit vor. In ihnen fanden sich bei Kiselowsk und an der Lunja die von mir in der Palaeontographica*) abgebildeten Stigmarien: *Stigmaria arenaria n. sp., St. cochleata n. sp., St. Socolowi*, nebst anderen unbestimmbaren Pflanzenresten. Sie bilden das Liegende der Steinkohlen an der Lunja und am Kiesel. Unmittelbar unter den Kohlen ist der Sandstein gewöhnlich sehr fest und kieselreich, dem Quarzit genähert. Diese feste Lage schliesst öfters zaserige Rhizome von Pflanzen, seltener Stigmarien ein.

Zwischen Lithwinsk und Wsewolodowsk befindet sich in dieser Sandsteinetage eine mächtig entwickelte grüne Sandsteinablagerung, deren Farbe von einem chloritischen Minerale bedingt ist. Er ist mürbe, zuweilen etwas kalkhaltig, braust alsdann mit Säuere und ähnelt manchem Flötzleeren.

Der Quarzitschiefer und Quarzitfels Nr. 2 unseres Verzeichnisses (Seite 228), welcher im Dache der Steinkohlen liegt, ist ein weisses, röthliches, gelbliches Gestein von splitterigem Bruche und grosser Festigkeit. Es ist in Bänken von $^1/_2$ bis 2 Dezimeter Dicke geschichtet, umschliesst dann und wann unmächtige Steinkohlenschmitze oder ist schwarz gefleckt. Wo es mit Schieferthon abwechselnd gelagert auftritt, geht es zuweilen im Sandstein über. Versteinerungen kommen darin nicht vor, wohl aber Blasenräume und Thongallen, welche an Fruchtabdrücke erinnern.

b. Kalksteine.

Der versteckt-crystallinische Kalkstein Nr. 10 des Verzeichnisses ist dick- und dünnschieferig oder massig abgesondert. Er ist gelblich, röthlich, grau, im Bruche flachmuschlig, feinsplitterig bis körnig, besteht aus vielen kleinen

*) Herausgegeben von H. v. Meyer. Band X. 1861.

unvollkommen ausgebildeten Kalkspathcrystallen. An der Utka liegen darin schwarze bituminöse Schichten, welche für Steinkohle gehalten wurden und einen Versuchsbergbau veranlasst haben. In dem sie begleitenden schwarzen Kalke fand ich kleine unbestimmbare Zweischaler. Der über diesen kohlenreichen Schichten liegende helle Kalk umschliesst *Productus hemisphäricus*, welchen nebst *P. striatus*, v. Grünewald auch noch weiter südlich bei Utkinsky Pristan an der Thiussowaja aufgefunden hat.

An der Uswa, Koswa und Lunja (oder vielmehr bei Wsewolodowsk) steht dieser Kalk in ununterbrochenem Zusammenhange mit dem dunkler gefärbten Productuskalke Nr. 8 des Verzeichnisses, so dass er davon nicht wohl getrennt werden kann; er bildet die Felswände des Berges Peschora an der Koswa, worin zwei übereinanderliegende tief hereingehende unten mit Wasser gefüllte Höhlen. An diesem Punkte sammelte ich *Productus hemisphäricus* und einen nicht aus dem Gestein zu befreienden grossen Spirifer.

Der eigentliche Productuskalk Nr. 8 des Verzeichnes (Seite 228) ist grau bis schwarz, weich bis fest, versteckt-crystallinisch bis erdig; im Bruche eben, muschlig, splitterig, je nach dem Korne. Er ist in dicke Bänke geschichtet, welche durch Querabsonderung in grosse rhombische Blöcke zerfallen. Zwischen den Schichten liegen oft ½ bis 1 Meter mächtige schwarze Schieferthonlager, worin Schwefelkies, Hornstein und Kieselschiefer sich vorfinden. Der Kalkstein ist etweder ganz bittererdefrei oder nähert sich namentlich nach oben dem Dolomite (Lunjenskoi Gilesne Prisk bei Lithwinsk). Er ist durch folgende Versteinerungen ausgezeichnet. *Lithostrotion floriforme* Flemg, *Cyathophyllum multiplex* Keyslg., *Lithodendron fasciculatum* Phill., *Harmotites confertus* Keyslg., *H. gracilis* Keyslg., *H. distans* Fischer, *Chaetetes radians* Fischer, *Productus giganteus* Mart.; *P. hemisphäricus* Sow., *P. striatus* Fischer, *Chonetes comoïdes* Sow.

Getrennt durch eine schwarze Schieferthon- und Kieselschieferschicht folgt zunächst nach oben der dünngeschichtete

Spiriferenkalkstein Nr. 6 unseres Verzeichnisses (Seite 228). Dieser Kalkstein ist im Allgemeinen von hellerer Farbe als der Productuskalkstein; er ist dünnplattig. Es finden sich aber auch dunklere fast schwarze, erdige und alsdann dickgeschichtete Massen darin vor. Sehr gewöhnlich ist er dicht, seltener versteckteryßtallinisch. Die tiefern Lager bestehen meistens aus ziemlich reinem Kalkstein, welchem jedoch hier und da Hornsteinknollen oder dünne Lagen von Hornstein eingelagert sind. Nach oben nimmt er zuweilen Bittererde auf und wird dadurch dolomitisch (Ursia-Prisk bei Lithwinsk). In ihm kommen unzählige Strahlthierreste vor, während Brachiopoden und Conchiferen mehr zurücktreten. Trilobiten und Cypridinen fand ich nur in ihm auf, sie scheinen dem Productus- und dem Fusulinenkalke zu fehlen; dagegen kommen schon im Spiriferenkalke einzelne Fusulinen vor. Folgende Versteinerungen charakterisiren den uralischen Spiriferenkalkstein:

Crinites sp. (nur Stielglieder, oft sehr häufig) *Cystiphyllum obliquum* Keyslg., *Cyathophyllum coniseptum* Keyslg., *C. arietinum* Fischer, *C. corniculum* Keyslg., *C. ibicinum* Fischer, *Harmotites confertus* Keyslg., *H. gracilis* Keyslg. *H. parallelus* Fischer, *H. ramulosus* Park, *Chaetetes radians* Fischer, *Spirifer Mosquensis* Fischer, *Productus margaritaceus* Phill., *P. tubarius* Keyslg., *P. semireticulatus* Mart., *Athyris sp. Fusulina cylindrica* Fischer, *Phillipsia Eichwaldi* Fischer, *Cypridina sp.*

An allen Puncten, welche ich im Ural kennen lernte, sowie an den von Murchison beschriebenen Stellen an der Thiussowaja besteht das Dach des Spiriferensandsteines aus Schieferthon und Sandstein, welche zuweilen Steinkohlen enthalten. Nirgends fand ich in diesen Gegenden den obersten Kalkstein der Formation mit dem Spiriferenkalke in Berührung, was allerdings nach Kayserling im Petschoralande der Fall zu sein scheint. Vielleicht liegt auch in der westlichsten Ausdehnung der Carbonformation bei Magilnekamen westlich Lithwinsk der Spiriferenkalkstein unmittelbar unter

dem obersten Fusulinenkalksteine, ich konnte indessen kein Anstehendes davon auffinden.

Am Dirawatykam bei Lithwinsk, nördlich und südlich von diesem Punkte fand ich den Fusulinenkalkstein (Nr. 1 unseres Verzeichnisses) auf die Sandsteine gelagert, welche die Steinkohlenflötze umschliessen.

Der Fusulinenkalk ist gewöhnlich reich an Kieselerde, nur seine unteren Lager werden aus einem reineren Kalksteine gebildet, welchen viele, mit feinen unregelmässigen hin- und hergebogenen cylindrischen Röhrchen durchwachsene unregelmässige Hohlräume durchziehen. Die Röhrchen oder drahtförmigen Massen ähneln den Algenincrustationen der wetterauer Tertiärkalke*) in hohem Grade, ich halte sie für Incrustationen von Algen und Wasserfäden. Diese reineren hellfarbigen Kalksteine sind dicht, erdig und umschliessen nur wenige Versteinerungen, namentlich wenige Fusulinen, einen Spirifer und einige Euomphalus. Auf sie folgen sehr dünnplattige, kieselreiche, weise Kalksteine, die fast nur aus den Resten der *Fusulina cylindrica* bestehen. Hornsteinknollen sind darin nicht selten; sie liegen in flachen, faustgrossen rundlichen Massen, in Sphäroiden im Gesteine und hüllen ebenfalls Fusulinen ein. Manche Schichten bestehen gänzlich aus Hornstein, welcher hier und da in dichten Quarz übergeht.

Das Gestein bildet schroffe Felsmauern, namenttich an der Suria bei Lithwinsk, auf dem Wege von da nach Wsewolodowilwensk, nach Ursia, Wsewolodowsk, nach der Steinkohlengrube Nikita Lungenskoi, nach Kiselowsk, ferner unterhalb Gubacha an der Koswa, und trägt dadurch zur Verschönerung des lieblichen Waldlandes bei. Hohe senkrechte Felsmauern ragen über den düster-ernsten Tannenwald hervor; ihre Zinnen sind gekrönt von Felsstücken, welche Sarkophagen und anderen Grabmonumenten gleichen. Die Felsgebilde des Suriathales nannte ich desshalb Magilnekamen (die Friedhofsfelsen).

*) Palaeontographica Band VIII. Tafel 19 Fig. 7.

In diesem Kalksteine fand ich folgende Versteinerungen *Fenestella carinata* M'Coy., *Coscinium stenops* Keyslg., *Coscinium cyclops* Keyslg., *Fusulina cylindrica* Fischer, *Productus Humboldti* d'Orbg, *Spirifer saranae* Vern., *Euomphalus pentangulatus* Sow, *E. soiwae* Keyslg., *Chemnitzia acuminata* Goldf., *Chemnitzia n. sp. Natica sp.*

c. Schieferthon.

Die Schieferthonlager, welche den Sandstein und die Kalke der uralischen Carbonformation begleiten, besitzen hellere und dunklere, graue bis tief schwarze Färbung. Sie sind sämmtlich weich, dünngeschichtet und blätterig. Die den Sandstein begleitenden wechseln mit dünnschieferigem Quarzsandsteine ab und enthalten alsdann oft etwas Glimmer. Die dem Kalke untergeordneten sind mergelig, gewöhnlich sehr kohlenreich und immer von Schwefelkies durchdrungen. An vielen Punkten, namentlich da, wo Hebungen die horizontale Lage der Schichten störten, ist der Schwefelkies in Brauneisenstein umgewandelt, wovon schon im vorigen Abschnitte Beispiele erwähnt worden sind *). Kieselschiefer, ächter Lydit und blasser, grauer Hornstein mit den Versteinerungen des umgebenden Kalkes bilden in solchem zur Alaunbildung hinneigenden Schieferthone untergeordnete Massen.

An einer Stelle findet sich der Schieferthon kalkig und umschliesst unzählige Süsswassermollusken, namentlich *Anodonta Uralica n. sp.*, *Anodonta obstipa n. sp.*, *Cyclas obunculus n. sp.* sowie Pflanzenreste, *Pilularia principalis n. sp.*

d. Steinkohle.

Die den Sandsteinen untergeordnete Kohle ist ächte backende Glanzkohle, schwarz mit schwarzem Strichpulver, in ungleichdicke Schollen oder in mehr würfelartige Stücke brechend, oder schieferig spaltend. Schwefelkies ist ihr in feinen glänzenden Blättchen oder als feiner grauer Staub bei-

*) Ursia Prisk, Wsewolodowsk, Kiselowsk, Gubacha, Uswa.

gemengt. Herr Professor W. Stein zu Dresden untersuchte eine von mir mitgebrachte grosse Durchschnittsprobe vom Nikita-Lungenskoier Lager, ich füge dessen Analyse im Auszuge bei.

		Wasser u. aschenfreie Kohle.
Kohlenstoff .	69,069 pCt.	82,519 pCt.
Wasserstoff .	4,606 „	5,517 „
Sauerstoff . .	10,028 „	11,964 „
Asche . . .	8,139 „	„ „
Schwefel . .	5,577 „	„ „
Wasser . .	2,581 „	„ „
Stickstoff . .	Spur	„ „
	100,000 pCt.	100,000 pCt.

Der Heizeffect der wasser- und aschenhaltigen Kohle berechnet sich auf 67,35 Wärmeeinheiten.

Ein Pfund Kohle verdampft 8 Pfund Wasser. Diese Steinkohle brennt mit langer Flamme, backt leicht und liefert einen feinblasigen festen Koaks. Von Versteinerungen finden sich darin *Pinites Mercklini n. sp.*, *Gasteromices farinosus n. sp.* und unbestimmbare Wurzelstücke.

e. Eisenerze.

Die aus der Zersetzung des den Schieferthonlagern beigemengten Schwefelkieses hervorgegangenen Eisenerze sind entweder Brauneisenstein, oder Eisenglanz und Rotheisenstein von gewöhnlicher Beschaffenheit. Die letzteren Oxyde fand ich nur an der Uswa, zwischen dem Bergkalke und dem flötzleeren Stigmariensandsteine, erstere Form, als Oxydhydrat, ist bei Wsewolodowsk, bei Gubacha, Kiselowsk, Artemiskoi, Ursia und an anderen auf der Karte Tafel XV, angemerkten Plätzen die gewöhnliche.

3) Gesteine der permischen Formation.

Die bei Lithwinsk den Fusulinenkalk überlagernden Schichten sind blaugraue Thonmergel und glimmerreicher, thoniger, pfefferfarbiger Sandstein. Beide Gesteine sind dünnschieferig und durch zwei Nebenabsonderungen in parallel-

opipedische Theilstücke geformt. Der Sandstein ist von feinem Korne und besteht aus gelblichen, braunen und schwarzen Quarzkörnchen, denen feine Kalkstäubchen, Glimmerblättchen und Kohle zugemischt sind. Ich fand darin Reste von *Pinus Auerbachi* Ldg. und nicht näher bestimmbare Farnstängel.

Westwärts wird der pfefferfarbige Sandstein von gröberen, rothgefärbten Conglomeraten bedeckt, welche am Wilwaflusse, sowie an den Ufern der Jaiwa und Kama anstehen und daselbst ausser Quarz, Kieselschiefer, Kalkstein, Schieferthon, Diorit, Serpentin, Chloritschiefer, rothem Felsitporphyr noch dann und wann Kieselholz einschliessen. Sie wechseln mit feinkörnigem, thonigem, rothem Sandsteine und Schieferthon, welche zuweilen von dünnen Kalkschichten begleitet werden.

B) Beschreibung der durch Wasserspülung und Bergbau entblösten Gebirgsprofile, welche über die Lagerung der Steinkohlenflötze Aufschluss geben.

An mehreren Punkten des auf dem beiliegenden Kärtchen Tafel XV aufgenommenen Ländergebietes wurden die Steinkohlen schon vor mehreren Jahren aufgefunden und durch einen regelmässigen Bergbau gewonnen, an andern sind sie durch jetzt noch zugängliche Schurfschächte und Stollen nachgewiesen, wobei gleichzeitig ihr Hangendes und Liegendes aufgeschlossen wurde.

1. Schachtprofil Wladimir bei Lithwinsk Tafel XII.

Die Dicken der einzelnen mit dem Schachte Wladimir durchsunkenen Gesteinlager sind auf der angezogenen Tafel bemerkt; die Schichten streichen in Stunde 9 und fallen 10 Grad östlich, das heisst gegen das Thälchen ein, worin sich die Kohlengrube Nikita-Lunjenskoi befindet, so dass der Zusammenhang der aufgefundenen Kohlen mit denen des letzteren Punktes nicht zu bezweifeln ist. Der Schacht scheint aber auf einem der antiklinen Rücken zu stehen, welche in

jener Gegend mehrfach vorkommen, desshalb sind alle Schichten hier unmächtiger ausgebildet als weiter östlich. Gegen Westen sinken die Sandsteinschichten unter den in nicht grosser Entfernung anstehenden Fusulinenkalk ein, welcher in den, auf ihm eröffneten Steinbrüchen mit 6 Grad westlich einfällt.

Die durchteuften Gesteine sind von oben:

Moorige Dammerde.

Rothe Erde.

Rother Sandstein.

Mergel.

Schwarzer und gefleckter Thon.

Rother, fester und weicher Sandstein.

Grauer, weisser schwarzgefleckter und schwarzer Quarzit und Sandstein. Die schwarzen Flecken bestehen aus dünnen Kohlenstreifen.

Steinkohle nur 14 Werschock mächtig, davon sind die oberen 4 Werschock feste, schieferige, die unteren 10 Werschock lockere, schollig brechende Kohle.

Weisser und blauer Thon.

Weisser, grauer und rother Quarzsandstein.

Eisenocker mit Brauneisensteinknollen.

Weisser Quarzit.

Steinkohle nur 12 Werschock mächtig, sich gegen Osten in einem darauf ausgerichteten Orte allmählig verstärkend.

Weisser fester Quarzit.

Rother, weiss und roth gefleckter sandiger Thon mit weissen Bolusknollen.

Rother Thon mit schwarzen Erdschlacken, den Producten eines Erdbrandes. Es scheint als ob ein früher hier bestanden habendes Kohlenflötz ausgebrannt sei und diese Reste hinterlassen habe.

Schwarzer Kalk ohne Versteinerungen.

Weicher, grauer Kalkstein mit sehr seltenen und kleinen Exemplaren von *Fusulina cylindrica*, *Cystiphyllum obliquum*, *Cyathophyllum coniseptum*, *C. arietinum*

C. corniculum, C. ibicinum, Chaëtetes radians, Spirifer Mosquensis, Productus Flemmingi, P. semireticulatus, P. striatus, Euomphalus sp., Phillipsia Eichwaldi, Cypridina n. sp.

Schwarzer Kalkstein ohne Versteinerungen

Grauer Kalkstein mit *Productus striatus, P. tubarius, P. giganteus, P. Wsewolojski n. sp.*

Hier ist die kohlenführende Sandsteinformation unzweifelhaft dem Productus- und Spiriferenkalkstein aufgelagert nachgewiesen.

2. Grubenprofil Nikita Lunjenskoi Ugelne bei Lithwinsk Tafel XI.

Das Thälchen der östlichen Lunja, (Wostotschnaia Lunja) durchschneidet nordöstlich vom Schachte Wladimir den Quarzit und entblöst dadurch das Ausgehende eines in *hora* 9 streichenden 15 bis 18 Grad östlich*) einfallenden Kohlenflötzes. (Auf der Kohlengrube zeigte die Magnetnadel des Compasses an den wirklichen Meridian gelegt $11^8/_{16}$ West.

Am Ausgehenden ist das Flötz sehr schwach nimmt aber alsbald rasch zu und erreicht die Mächtigkeit von 5 bis 10 Arschinen.

Auf Tafel XI sind die Verhältnisse des Flötzes in einem Längen- einem Querprofile und einem Ortstosse durch Ab-

---

*) v. Grünewald erwähnt Seite 46 seiner Beiträge zur Kenntniss der Sedimente in den Berghauptmannschaften Jekatharinburg etc., dass dem Kohlenstollen gegenüber am rechten Ufer der Lunja der Bergkalk ausstehe. Ein Blick auf unsere Karte, überzeugt, dass der Stollen in einem Seitenthale der Lunja (ost. Lunja) angesetzt ist und man vom Bergkalkfelsen Dirawatykamen, über und an welchem der Weg von Lithwinsk (Alexandrowsk) nach der Kohlgrube herführt, erst noch einen Hügel aus Stigmariensandstein überschreiten muss, ehe man jenen Stollen erreicht. In diesem Stigmariensandsteine sind Steinbrüche zur Gewinnung des Gestellsteines. Bei der Befahrung von 18 verschiedenen in das Kohlenflötz getriebenen Stollen überzeugte ich mich, dass dessen Einfallen nicht wie v. Grünewald angibt N. W. 17°, sondern gerade entgegengesetzt in Südost 15 bis 18° ist. Auch hat das Flötz, wie ich mich bei wiederholten Befahrungen und Untersuchungen überzeugte überall ein thoniges Mittel, während v. Grünewald dessen Existenz in Abrede stellt.

bildung verdeutlicht. Die Bilder sind den Grubenrissen entnommen.

Vor Ort stand das Flötz $8^1/_2$ Arschinen mächtig an und zwar aus folgenden Lagern zusammengesetzt.

Oben:

Schieferige, feste Glanzkohle mit sehr dünn abplatteten Holzstücken der *Pinites Mercklini n. sp.* unbestimmbaren Stigmarien und Pilzen, welche als flachgedrückte, von mulmiger Substanz gefüllte Höhlungen erscheinen; der staubige Inhalt besteht aus Schläuchen und Sporen. Ich bezeichne diesen auf moderndem Holze der Pinites Mercklini gewachsenen Pilz als: *Gasteromices farinosus n. sp.*

Diese Schicht ist $1^1/_2$ Arschinen dick; ihr folgt eine 4 Arschinen dicke in wulstige Schollen brechende feste Glanzkohle worin zuweilen kleine Partieen Wasserkies liegen.

Ein thoniges Zwischenmittel von $^1/_{10}$ Arschinen Dicke trennt diese von einer anderen wulstigen, scholligen Kohle gleicher Art, die ein 3 Arschinen starkes Lager bildet.

Das Liegende der Kohle ist fester weisser Sandstein worin sich undeutliche Wurzelfasern finden. Darunter liegt grauer Sandstein mit *Stigmaria cochleata n. sp.*

Das Hangende des Flötzes ist fester dünngeschichteter Quarzfels, welcher mit hellfarbigem Schieferletten abwechselt. Durch dasselbe ist ein Schacht bis auf die Kohlen abgeteuft.

Das Querprofil des Lagers beginnt wenige Arschinen von der Erdoberfläche wächst sehr rasch zu voller Stärke an und senkt sich in 15 bis 18 Grad gegen Osten. An anderen Stellen ist das Einfallen etwas flacher, namentlich nimmt es einen geringeren Winkel an, wo die Abbaustrecken tiefer in das Innere der Mulde eingedrungen sind.

Das in der Streichungslinie des Lagers genommene Längenprofil beginnt am Nordende desselben, wo sich das Hangende auf das Liegende herablegt. Es ist möglich, dass hier nur eine Verwerfung des Lagers vorliegt; man hat jedoch mit mehr als 100 Arschinen tiefen Schächten im Norden der Stelle keine Kohle, wohl aber bituminösen Thon gefunden. Im Streichen legt sich das Flötz in flache Falten und Bogen;

nach allen Richtungen ist sowohl das Liegende als das Hangende plötzlich zu Einsenkungen oder Erhöhungen scharf abgesetzt, wodurch das Flötz plötzlich verdrückt oder erweitert wird.

Das Lager ist auf etwa 100 Faden Länge und 50 Faden Breite zum Abbau vorgerichtet; seit 4 Jahren beläuft sich die Jahresförderung auf etwa 300,000 Pud (ca. 100,000 Scheffel), welche zu Alexandrowski-Sawod zum Heizen von Dampfkesseln und zum Puddeln des Eisens verwendet worden sind. Da es unter die Thalsohle einschiesst, so ist eine Wasserhaltungsmaschine nothwendig geworden, mit deren Einbau sich die Bergverwaltung im Sommer 1860 beschäftigte.

3. Schachtprofil Starai-Ugelne (Jwanowka) bei Lithwinsk.

Der Schacht ist etwa 2 Werst südlich von Wladimir auf der Höhe des flachen Gebirgsrückens zwischen dem Lunja- und dem Kiselthale abgeteuft; man fand mit ihm folgende Lagerung: Streichen *hora* 9; Fallen 45 Grad östlich.

Schachthängebank. Rothe Erde	3	Arschinen	—	Werschock
Weicher und fester grauer Quarzit	8	„	2	„
Gelber Thon	1	„	6	„
Steinkohle	—	„	12	„
Fester Sandstein	—	„	12	„
Steinkohle	—	„	14	„
Thon	—	„	14	„
Steinkohle	—	„	2	„
Blauer Thon	1	„	4	„
Steinkohle	—	„	3	„
Thon	—	„	3	„
Steinkohle, oben schieferig, unten schollig	1	„	6	„
Sandstein mit unbestimmbaren Stigmarien	—	„	8	„
Blauer Thon mit Eisenoxydhydrat	2	„	—	„
Fester dünngeschichteter Sandstein	6	„	—	„
Weisser, gelbgefleckter Sandstein	6	„	10	„
	34	Arschin.	—	Werschock.

Eine in den mächtigern Kohlen aufgefahrene Strecke eröffnete sowohl östlich als westlich zwei kurze Knickungen der Kohlenflötze, so dass es scheint als ob dieser Schacht dem Puncte nahe stehe, an welchem sich die Nikita-Lunjenskoier Kohlenmulde in zwei schmälere trennt, welche beide bei Kiselowsk bekannt sind.

4. Schachtprofil III. an der Grenze zwischen der Wsewolojskischen Tatsche Lithwinsk und der Lazarew'schen Kiselowsk.

Dieser Schacht ist etwa $1^1/_2$ Werst südwestlich von Jwanowka in der westlichen Mulde abgeteuft, er legte unter 24 Arschinen Quarzit, Sandstein und Schieferthon ein *hora* 9 streichendes 4 Grad westlich einfallendes zwischen 4 und 5 Arschinen mächtiges Kohlenflötz blos, welches auf festem Sandstein aufruht.

5. Grubenprofil von Garschanowskoi-Ugelne bei Kiselowsk Tafel XIII. Fig. 1.

Unterhalb der dem Herrn Lazarew gehörigen Eisenhütte Kiselowsk stehen in bedeutenden Steinbrüchen, worin Quader zu einer neuen Kirche gebrochen werden, die Schichten des Productuskalkes an (Tafel XIII Fig. 2 sub 1), welche in der Thalebene des Kiselbaches mehrere starke Wellensysteme machen und dann unter dem Städtchen Kiselowsk steil östlich einfallen um auf der anderen Seite des Hügels, wo sich die Eisensteingruben (Tafel IX Fig. 1) befinden in Gestalt eines Sattels wieder hervorzutreten.

Ich fand darin *Productus giganteus*, *P. latissimus*, *P. Wsewolojski*.

Auf dem Productuskalke ruht eine 2 bis 3 Arschinen mächtige schwarze Schieferthonschicht mit Kieselschiefer (sub. 2), welche von hellfarbigem in dünneren Platten geschichtetem Spiriferkalkstein bedeckt wird. Dieser Kalkstein umschliesst unzählige *Cyathophyllum coniseptum*, *C. arietinum*, *C. corniculum*, *C. ibicinum*, ferner *Lithostrotion floriforme*, *L. microphyllum*, *Harmotites confertus*, *Lithodendron fasciculatum* und *Pro-*

ductus semireticulatus. *Fusulinen* konnte ich nicht darin auffinden.

Seine Mächtigkeit beträgt an einer senkrechten Wand gemessen 12 Faden (= 36 Arschinen = 84 engl. Fuss).

Auf ihn folgt den Hügel aufwärts Schieferthon, dessen Mächtigkeit auf 10 Faden geschätzt wurde. Das Terrain ist berast, doch steht das Gestein in einigen Wasserrissen deutlich sichtbar an und trägt eine 30 Faden mächtige Schicht flötzleeren Sandstein (Stigmariensandstein), worin dünne Schieferthon und Quarzitbänke vorkommen.

Auf dem ebenen Gipfel des Hügels ist bei Garschanowski ein kleiner Steinkohlenbergbau eröffnet, dessen Hauptschacht folgende, Tafel XIII Fig. 1 dargestellte Lagerung nachweisst.

Auf dem Stigmariensandsteine, welcher noch einige Arschinen tief untersucht ist, ruht:

> Steinkohle, fest und derb, 1 Aschinen mächtig. Ihr Hangendes ist Quarzfels in dünnen Schichten mit Schieferthon wechselnd 6 Arschinen mächtig. Darauf liegt Steinkohle in schieferigen Stücken brechend, fest und sehr gut, 7 Fuss oder 3 Arschinen mächtig. Deren Hangendes wird aus Schieferthon und Quarzfels von 17 bis 18 Arschinen Mächtigkeit gebildet und endlich folgt das dritte oberste Steinkohlenflötz, von scholligem nach oben schieferigem Bruche, welches ebenfalls 3 Arschinen stark ist.

Sein Dachgestein besteht aus aufgelöstem Schieferthon, Letten und Dammerde zusammen 3 Faden = 9 Arschinen mächtig.

Die Steinkohlen sind im Allgemeinen denen von Nikita-Lunjenskoi gleich, backen und brennen mit langer Flamme. Die Lager sind an ihrem westlichen Ausgehenden aufgeschürft und fallen mit 4 Grad gegen Osten ein.

Diese Partie der uralischen Kohlenformation hängt wahrscheinlich mit der bei Gubacha an der Koswa anfgeschlossenen zusammen; Herr Lazarew besitzt demnach auf seinem Landgute Kiselowsk sehr reiche und gute Kohlenfelder.

6. Grubenprofil östlich der Hütte Kiselowsk am Hüttenteiche Tafel XIII Fig. 2.

Auf der Ostseite der Lazarew'schen Sawod bei Kiselowsk erhebt sich über dem Spiriferenkalksteine in steilen Partieen der Stigmariensandstein, dessen Schichten mit 80 Grad Neigung gegen Osten einschiessen. Darin sind durch Schacht und Sollen folgende Tafel XIII Fig. 2 bildlich dargestellte Lagerverhältnisse aufgedeckt worden.

Unteres Lager, im Liegenden befindet sich grobkörniger, grauer Sandstein mit *Stigmaria arenacea* und *St. cochleata;* es folgt:

Schwarzer Thon voller unbestimmbarer Wurzelzasern	1	Arschine.
Weisser Sandstein	½	„
Schwarzer Kohlenthon oder unreine Steinkohle	1	„

Das Dach wird gebildet aus einem 40 Arschinen dicken quarzigen Sandsteinlager mit Stigmarien und folgt dann das obere Lager Steinkohle, von mulmiger Beschaffenheit und 2 Arschinen Stärke. Auch dieses Lager fällt in 80 Grad östlich ein, ist durch zwei Stollen untersucht und wird von dünngeschichtetem gelblich-weissem Quarzfelse bedeckt.

Das Schichtenstreichen ist hier *hora* 12.

Offenbar bildet das Kohlengebirge bei Kiselowsk zwei Mulden, von denen die eine bei Garschanowskoi-Ugelne, die andere östliche am Hüttenteiche durch Bergbau angeschürft ist. Die östliche Mulde ist schmal und sehr steil, sie zieht sich, durch Schürfe und Ausgrabungen bei Fundamentirung von Gebäuden nachgewiesen, unter dem Städtchen Kiselowsk hin oberhalb der Eisensteingrube Kiselowski-Rudnik bis nach Artemiskoi fort.

7. Grubenprofil bei Gubacha an der Koswa Tafel XIV Fig. 1 u. 2.

Etwa 5 bis 6 Werst flussabwärts hat die Lazarew'sche Bergverwaltung durch einen Stollen, welcher gänzlich im

Liegenden (Stigmariensandsteine) steht, auf dem rechten*) Ufer der Koswa eine mächtige Kohlenformation blosgelegt.

Der Hafen Gubacha an der Koswa liegt auf dem rechten Flussufer; etwas oberhalb windet sich der Fluss durch steile Kalkberge, von denen der letzte auf dem linken Ufer in mächtigen Felswänden ansteht, die schon von Ferne eine domförmige Sattelbiegung der Schichten wahrnehmen lassen. Dieser Berg der Peschora (Höhlenberg) ist durch zwei spaltenartige Höhlen ausgezeichnet; er besteht aus Productuskalk, worin *Productus giganteus; P. latissimus; Spirifer.* Die Schichten fallen 8⁰ westlich und streichen *hora* 10.

Das Fallen und Streichen der Schichten ist bequem zu ermitteln, indem man auf dem Flusse solche Stellen mit einer Barke aufsucht, an denen der Bergkalk seine aus Sandstein bestehende Unterlage in weit überhängende Felsen bedeckt.

Auch unterhalb Gubacha, auf der rechten Koswaseite steht der Productuskalk abermals in der Thalsohle an; er ist nach der Höhe von flötzleerem Sandsteine überlagert, streicht hier 10 Uhr und fällt 35 Grad westlich ein. Zwischen ihm und dem flötzleeren Sandsteine befindet sich ein kieseliges, durch einen kurzen Stollen aufgedecktes Brauneisensteinlager.

Der flötzleere oder Stigmariensandstein ist sehr mächtig entwickelt; er bildet auf dem rechten Ufer hohe senkrechte Felswände auf dem linken den mit steilen Felsmauern gekrönten Chrestowagora. Man gewinnt seine grobgemengten Conglomerate und feineren thonreichen Schichten zu Gestellsteinen für viele westuralische Eisenhüttenwerke. Der Sandstein beginnt auf dem Productuskalke mit einer etwa 10 Faden dicken abwechselnd aus Schieferthon und Sandsteinschiefer gebildeten Ablagerung, welcher die Conglomerate und nach oben feinkörnige Sandsteinbänke folgen. Sämmtliche Schichten fallen gegen Westen ein, welche Neigung auch

*) v. Grünewald versetzt das Kohlenflötz auf das linke Flussufer (Seite 45 S. o. a. A.) Das Gesicht mit dem Flusslauf gerichtet befindet sich Gubacha und das Kohlenbergwerk aber auf dem rechten; man vergleiche unsre Karte.

am Chrestowagora bemerklich ist. Unterhalb Gubacha bildet der Sandstein eine die Koswa durchsetzende synkline Falte.

Flussabwärts passirt man zu Schiffe von Gubacha aus eine im Sandstein liegende Stromschnelle und erreicht dann einen weiten tiefen Flusstheil mit fast horizontalem sehr ruhigem Spiegel, worin sich die Felswände des linken Ufers abspiegeln, während sich das rechte Ufer flacher ausdehnt und die steile Thalwand weiter zurückzieht. An diesem Puncte wird ein flacher Sattel der Formation sichtbar; der Productuskalkstein fällt östlich 5 Grad und westlich 30 Grad ein. Gegen Westen, weiter flussabwärts befindet sich die zweite Stromschnelle, welche durch den Stigmariensandstein veranlasst wird, man sieht daselbst dessen 35 Grad westlich einfallende Schichten und erreicht den Punct an welchem der Kohlenbergbau auf dem rechten Flussufer betrieben wird.

Die Mächtigkeit der Schichten ist nach Messungen der Lazarew'schen und Wsewolojski'schen Bergbeamten etwa folgende:

Productuskalk	50	Faden.
Schieferthon und Sandsteinschiefer	10	„
Stigmariensandstein	40	„

Auf dem Sandsteine liegt:

Das unterste Kohlenflötz, eine mürbe russige Steinkohle führend, 35 Grad westlich einfallend, 10 Uhr streichend, zwei Arschinen mächtig. Es ist im Stollen durchfahren und auf eine kurze Strecke ausgerichtet.

Sein Dach wird aus 14 Arschinen Sandstein und Schieferthon gebildet und stellt das Liegende des mittleren Kohlenflötzes dar, welches folgenden Bau hat:

3	Arschinen	in scharfeckige Schollen brechende sehr feste Schwarzkohle, die mit langer Flamme brennt, backt, sich gut verkoakt und wenig Asche und Schwefel enthält.
1	„	grauer, thoniger Sandstein mit undeutlichen Pflanzenresten.
3	„	schollige Schwarzkohle von derselben Qualität wie die vorige.

1 Arschinen schieferige Blätterkohle, fest in Würfel brechend mit *Pinites Mercklini* und *Gasteromices farinosus*.

Dieses mächtige Steinkohlenlager stimmt aufs beste mit dem von Nikita Lunjenskoi Ugelne überein, seine Kohlen liefern dieselbe Koaksmenge und enthalten gleiche Aschenquantitäten; sind aber fester und besser zum Transporte geeignet. Auf demselben sind mehrere Ausrichtungsstrecken aufgefahren. Sein Dach wird gebildet von hellfarbigem, feinkörnigem, dünngeschichtetem Sandsteine und von Schieferthon, zusammen 26 Arschinen dick. Es folgt dann das oberste Kohlenflötz, welches nur 2 bis 4 Werschock stark ist und unter dünnschieferigem Quarzfelse liegt, dessen Mächtigkeit nicht gemessen wurde. Flussabwärts heben sich die liegenden Schichten der Kohlenformation wieder hervor; das Einfallen wandelt sich in das Entgegengesetzte um, es scheint sich die Kohlenmulde westlich zu schliessen; der Productuskalk tritt abermals zu Tage aus. In der Entfernung von einigen Werst trifft man den Fusulinenkalkstein in steilen Felspartieen anstehend und endlich die Sandsteine und Mergel des permischen Systemes.

Auf dem rechten Ufer des Flusses Koswa sind vor Anlage des Stollens noch einige Schürfe unternommen worden, welche vom Hangenden oder von Westen her das Kohlenvorkommen untersuchten. Nach einer Mittheilung, welche mir Herr Michanoschin zu Lithwinsk darüber machte, entnehme ich, dass vom äussersten Hangenden, d. h. von den Punkten aus, wo am unteren Laufe der Koswa der Fusulinenkalk ansteht, sich vielfach Schieferthon und Sandsteinschichten vorfinden, deren Fallen bald westlich, bald östlich ist. Man entblöste endlich östlich einfallende Kohlenschmitze, welche wahrscheinlich dem westlichen Schenkel der Gubachaer Kohmulde angehören. Ueber den Kohlen fand sich jedoch auch hier nur Quarzfels. Auf dem linken Koswaufer wurden noch keine Schürfversuche nach Kohlen ausgeführt; dagegen sind auf Wsewolojski'schem Landbesitze an der Uswa Aufschlüsse erfolgt, zu welchem ich nun komme.

8. Gebirgsprofile bei Nischni-Parogi an der Uswa Tafel XIII Fig. 3.

Am Waldhause bei Nischni-Parogi (den untersten Stromschnellen des Uswaflusses) stehen die grauen Felsbänke des Spiriferenkalksteines hervor; und tragen antiklin gegen Osten und Westen einfallend als Sattelkuppe den Stigmariensandstein. Zwischen beiden finden sich Lager von Eisenglanz und Rotheisenstein.

Der Sandstein ist anfangs roth, ändert sich aber allmählig zu grauem in mächtigen Quadern brechenden flötzleeren Sandstein um, wie man ihn auf dem Wege von Gubacha über den Chrestowagora bis nach der Uswa auf fast 30 Werst in grotesken Felsmauern anstehen sieht.

Etwa 2 Werst östlich von Nischni-Parogi und mehrere hundert Fuss hoch über der Thalsohle erhaben, wurden auf dem rechten Flussufer schon im Jahre 1820 Steinkohlen aufgedeckt. Die beiden damals angelegten Schürfschächte sind noch offen; ich fand darin:

Schachthängebank: Dünngeschichteter Quarzfels 12 Arschinen.
Schieferthon mit *Anodonta uralica, A. obstipa, Cyclas obunculus* und *Pillularia principalis* 1/2 „
Feste in Würfel brechende Steinkohle mit *Pinites Mercklini* . . . . 6 „
Stigmariensandstein . . . . 2 „
Grauer flötzleerer Sandsteic nicht durchsunken.

Die Schichten streichen 10 Uhr und fallen 4 bis 6 Grad östlich ein. Bei weiterem Fortschreiten über den Bergrücken erreicht man nach mehreren Werst das gegen die Uswa abfallende Gehänge und findet daselbst ein schwaches unreines Steinkohlenausgehende mit westlichem Einfallen. Hier liegt sohin eine kleine Steinkohlenmulde vor.

Im Liegenden dieser Mulde hat sich die Uswa durch die verschiedenen Schichten des Bergkalkes Bahn gebrochen.

Unter dem Flötzleeren tritt zuerst ein dünnschichtiger kieselreicher Kalkstein hervor, worin sich *Cyathophxllen coniseptum, C. arietinum, C. ibicinum; Harmotites gracilis, H. confertus, Chaetetes radians, Spirifer Mosquensis* finden.

Diesen Spiriterenkalkstein unterlagert ein schwaches Schieferthonflötz und alsdann tritt der Productuskalk mit *Productus giganteus*, *Lithodendron fasciculatum*, *Lithostrodion floriforme* hervor.

Auf dem linken Uswaufer steht dasselbe Profil an, auch hier sind Steinkohlen aufgeschürft.

9. Gebirgsprofil abgegangen von Wsewolodowilwensk über Lithwinsk, Ursia, Nikita-Lunjenskoi-Ugelne nach Wsewolodowsk.

Diesen, die Lagerung der Steinkohlenflötze feststellenden Gebirgsprofilen füge ich nun einige abgeschrittene bei, welche die allgemeinen Verhältnisse des Baues der uralischen Carbonformation erkennen lassen. Ich beginne im Hangenden, in der Gegend des Landes, welche noch angebaut und bewohnt, dem Reisenden ein Unterkommen bietet und gehe von da ostwärts nach den unbewohnten Wäldern des Ural.

An den Ufern der Wilwa stehen beiderseits die rothen Conglomerate des permischen Rothliegenden aus; sie bedecken ostwärts die pfefferfarbigen Sandsteine und Mergel, welche sanft westlich geneigt noch weiter ostwärts den Fusulinenkalk unter sich erscheinen lassen. Dieser jüngste Kalk der Carbonformation erhebt sich bald in der Nähe einer zwischen Wsewolodowilwensk und Lithwinsk erbauten Capelle zu hohen mauerähnlichen Felsen, welche südlich vom Thale des Suriabaches durchbrochen werden. An der Suria bilden sie ein malerisches Felsenlabyrinth, die Magilnekamen. In diesem einer Hebungsspalte folgenden Thale fallen die Schichten auf der linken Seite mit 5 Grad gegen Westen auf der rechten mit 8 bis 10 Grad gegen Osten ein. Die mehrere hundert Fusse hohen Felsmauern sind aus dünngeschichtetem, hartem, kieselreichem Kalke aufgethürmt. Zwischen den Schichten kommen unzählige Hornsteinknollen vor, worin dieselben Versteinerungen, wie in dem dichten Kalksteine selbst stecken. Diese sind *Fusulina cylindrica, Fenestella carinata* etc.

Das schroffe Felsgestein verläuft noch weit südlich, überschreitet die Lithwa, den Kisel und zieht bis zur Koswa und Uswa herab.

Von Magilnekamen immer östlich weiter schreitend finden wir über den Fusulinenkalkmauern den pfefferfarbigen Sandstein und Mergel der permischen Formation nochmals, wir haben sohin den ersten antiklinen Sattel dessen Streichen *hora* 10 bis 11 dem Uralrücken fast parallel verläuft, hinter uns und haben die Mulde von Lithwinsk betreten, welche gänzlich mit diesem dünnplattigen weichen Gesteine erfüllt ist. In den vielen Wasserrissen zwischen den Magilnekamen und Lithwinsk, sowie an dem steilen Ufer des Hüttenteiches von Alexandrowski Sawod bemerkt man leicht das in 4 bis 5 Grad gegen Osten geneigte Schichteneinfallen dieses permischen Sandsteines. Er ist in dem grossen Quellbassin zwischen Lithwinsk und der Eisenhütte anstehend aber bis auf den Fusulinenkalk durchgebrochen, so dass hier die in letzterem gespannten Quellwasser unter seiner dichtschliessenden Decke mit Macht hervorbrechen. Im Thale fort bedecken ihn Lehm und Torf, sein Einfallen ändert sich endlich im Walde, Lithwinsk gegenüber in ein Westliches um und es treten dann an beiden Ufern der Lunja wieder hohe Felsen des Fusulinenkalkes hervor.

Diese Felsen bilden eine von Norden gegen Süden fortziehende auf ihrer Westseite allmählig ansteigende, gegen Osten aber ganz plötzlich steil abfallende Mauer. Oberhalb Ursia-Prisk beginnt sie, wird von dem Ursiabache quer durchschnitten, verläuft an der nördlichen Lunja (Sewernaja-Lunja) bis zu deren Vereinigung mit der östlichen Lunja (Wostotschnaja-Lunja) und lässt dann unterhalb des Dirawatykamen diesen Fluss passiren, auf dessen linken Ufer den Jwankamen zusammensetzend.

Der dünnplattige, kieselreiche, Quarz und Hornstein einschliessende Fusulinenkalk ist hier genau von derselben Beschaffenheit wie am Magilnekamen. Seine unteren Schichten sind aber reiner und eignen sich daher zur Schlackenerzeugung im Hohofen. Sie werden desshalb in mehreren Steinbrüchen gewonnen, gebrannt und zu den Hütten Alexandrowsk und Wsewolodowilwensk geliefert. Ich fand ihr Einfallen überall in 8 bis 25 Grad gegen Westen, ihr Streichen

hora 10 und entnahm ihnen *Fusulina cylindrica*, *Euomphalus pentangulatus*, *Terebratula saranae*, eine andere kleine glatte *Terebratula*, *Chemnitzia acuminata*, *Natica sp.*

Bei Ursia Prisk ruht der Fusulinenkalk auf Quarzitschiefer, welcher in feinkörnigen Sandstein übergeht, darunter steht Schieferthon mit Brauneisenstein an, welcher endlich auf dolomitischem und reinem Bergkalke ruht. Aus diesem Bergkalke sammelte ich *Harmotites gracilis*, *H. ramulosus*, *Lithodendron fasciculatum*, *Productus semireticulatus*, *Spirifer Mosquensis;* es ist sohin Spiriferenkalk. Gegen Osten verbirgt er sich alsbald wieder unter dem Stigmariensandsteine, welcher in dieser Breite hohe mit sumpfigen Mooren überdeckte Plateaus darstellt und bis zum Flusse Kostasch reicht.

Sein Einfallen ist nächst Ursia-Prisk, da wo Formsandgruben in ihm angelegt sind östlich, an der Kostasch aber wieder westlich.

Etwas weniges südlich auf dem rechten Ufer der Sewernaja-Lunja, (Nord-Lunja) haben Wsewolojski'sche Bergbeamten nach Eisenstein geschürft. Auf der Karte Tafel XV ist diese Stelle als Lungenskoi-Gilesne-Prisk bezeichnet.

Auf dem rechten Flussufer stehen etwa eine Werst westlich die steilen Felsen des Fusulinenkalkes an, unter ihnen Quarzitschiefer und flötzleerer Sandstein, dann Schieferthon mit Lydit, Hornstein und Brauneisensteingeoden, welche auf dolomitischem Spiriferenkalke und bis zu 15 Arschinen Tiefe durchsunkenen dichtem Kalke mit *Productus giganteus*, die nicht aus dem Gesteine befreit werden konnten, ruhen. Die Schichten fallen westlich 15 Grad ein. Der Productuskalk setzt durch das Thal hinüber, jenseits fällt er unter 60 Grad östlich ein; ein in einer schwarzen thonigen Zwischenlage angelegter Schacht erreicht ihn nicht, weil er in dem schwefelkiesreichen Thone selbst steht. Ueber dem Thone folgt flötzleerer Sandstein mit östlich einfallenden Schichten.

Wir haben also hier wie bei Ursia-Prisk den zweiten antiklinen Gebirgssattel.

Unterhalb der Vereinigung der beiden Lunjabäche steht auf dem rechten Flussufer der Dirawatykamen aus Fusulinen-

kalk gebildet. Das Gestein fällt in $1^1/_4$ Uhr streichend 25 Grad westlich ein, ruht auf dem Flötzleeren, welcher ihm gegenüber zu Gestellstein gebrochen wird und ebenfalls durch jenen Sattel in westlich und östlich einfallende Schichten aufgestellt ist.

Der gegen Osten geneigte Schenkel des Sattels sinkt dann in das Thal der Wostotschnaja-Lunja (Ost-Lunja) herab und trägt das Steinkohlenlager von Nikita-Lunjenskoi-Ugelne (Profil Tafel XI), welches weiter südlich bei Schacht Wladimir und Jwanowka den Sattel überschreitend sich in zwei Mulden spaltet.

Gehen wir den Berg an dessen Fusse das Kohlenflötz von Nikita-Lunjenskoi austritt hinüber, so finden wir die Schichten des Quarzitschiefers 17 bis 25 Grad östlich einfallend. Endlich sinkt das hohe Plateau dieses Berges wieder einem Thale zu, die Sandsteine fallen dann mit 10 bis 12 Grad gegen Westen und schliessen sohin eine Mulde ein, worin die Kohlen gebettet liegen. Ein Kohlenausgehendes ist hier nicht sichtbar, mächtige Torfmoore bedecken das Terrain und verstecken die Grenze zwischen Stigmariensandstein und Productuskalk, in dessen zerbrochene Schichten mehrere schwache Bäche versinken.

Kehren wir zur Ursia zurück, so finden wir, wie schon bemerkt, den Productuskalk östlich einfallend, darauf den Stigmariensandstein in einer Mulde und endlich an der Kostasch deren östlichen Schenkel mit westlichem Einfallen. Hinter diesem Sandsteine liegt die Eisensteingrube Wsewolodowsk (Tafel IX Fig. 2) auf Productuskalkstein, der noch weiter östlich in niedrigen Felsmauern ansteht, deren Schichten 26 bis 30 Grad westlich einschliessen. Noch weiter östlich kommen gelbe Sandsteine mit *Productus giganteus* zum Vorscheine, welche auf devonischem Gesteine ruhen.

10. Gebirgsprofil von Kiselowsk.

Vereinigen wir die auf Tafel XIII u. Tafel IX getrennt mitgetheilten Profile von Garschanowski und Kiselowsk zu einem Ganzen, so haben wir ähnliche Verhältnisse wie im Profile 9.

Im Westen liegen auf Fusulinenkalke die permischen Gesteine. Der Kalk ruht mit westlichem Einfallen auf Stigmariensandstein, der bei Garschanowski eine flache Mulde mit drei Steinkohlenflötzen trägt (Profil XIII).

Oestlich Garschanowski tritt im Kiselthale der Spiriferen- und Productuskalkstein unter dem Stigmariensandstein hervor und bildet in der Fortsetzung von Ursia, Lunjenskoi Gilesne Prisk, Dirawatykamen, Jwanowka einen antiklinen Sattel, welcher die schmale steile Steinkohlenmulde vom Hüttenteiche Kiselowsk und Kiselowski-Rudnik abtrennt.

Dieser schmalen Kohlenmulde schliesst sich anderseits eine zweite antikline Sattelkuppe des Bergkalkes unterhalb Kiselowski-Rudnik bis Artemiskoi hin an.

Der Productuskalk setzt darauf eine tiefe Falte zusammen und ruht weiter östlich auf Productussandstein und dieser auf Devongestein.

C) Schilderung der Lagerungsverhältnisse der Carbonformation im Allgemeinen.

Die im Vorhergehenden mitgetheilten Profile bilden die Grundlage zu der auf Tafel XV entworfenen geologischen Karte, welche auch noch alle quartären Ablagerungen von wissenschaftlichem und technologischem Interesse berücksichtigt; es ist desshalb nur noch Weniges beizufügen. Die allgemeine Grundlage der Gegend bildet das Devongestein, dessen Zusammensetzung schon oben besprochen wurde und aus der Farbentabelle der Karte sich erklärt. Die devonischen Schichten sind von Diorit durchbrochen, welchen ich von der Uswa und in Handstücken aus dem höheren Norden, aus der Gegend von Tscherdin, kenne. Die Kohlenformation beginnt mit Sandsteinen, Schieferthonen und petrefactenarmen, versteckt-crystallinischen Kalksteinen, welche weiter südlich, an der oberen Thiussowaja, eine grössere Mächtigkeit erlangen, in der von uns betrachteten Gegend aber mehr zurücktreten und sich mit dem dunkleren dichten Pro-

ductuskalke verbinden. Diesem Kalke folgen schwarze Schieferthonlager und der hellfarbige Spiriferenkalkstein.

Die Schichten der Kalkformation fallen im Allgemeinen westlich ein und streichen in Stunde 10 bis 11. Sie bilden aber auch zwei dem Hauptrücken des Ural ungefähr parallele Faltensysteme, welche durch die in den tiefern Thälern der Uswa, Koswa, Kisel, Lunja und Ursia hervortretenden Sattel mit antiklinem Schichtenbau bezeichnet werden. Auf den Satteln treten jedoch die unteren Kalke nicht überall zu Tage, sondern sie bleiben oft auf lange Strecken vom jüngern Gesteine bedeckt, so dass es scheint, als ob ausser den, dem Schichtenstreichen parallelen Hebungsaschen, auch noch dieselben in einem grösseren Winkel schneidende, einzelne Kuppen hervorhebende, an der Formirung des Gebirgsbaues betheiligt seien. In den, dem Ural zunächst gelegenen Mulden über dem unteren und mittleren Bergkalke lagerten sich die Süsswasser- und Landbildungen der Formation, Sandstein und Steinkohlen ab und zwar nördlich in einer, südlich in zwei nebeneinander verlaufenden Falten.

Die nordöstliche Mulde reicht von der Lunja bis Kiselowsk, sie ist im Norden etwa 1½ Werst breit und spitzt sich gegen Süden vollkommen aus. Ihr breiter Theil hat flaches, ihr schmaler sehr steiles Einfallen.

Bei Starai-Ungelne (Jwanowka) trennt sich von ihr die westliche Mulde, welche über Garschanowskoi-Ugelne nach Gubacha an der Koswa zieht und deren Südgrenze zur Zeit noch nicht bekannt ist. Diese westliche Kohlenmulde scheint die kohlenreichste zu sein.

An der Uswa, wohin sie aller Wahrscheinlichkeit nach fortsetzt, liegt in ihrem Rücken (östlich) eine kleinere Kohlenmulde oberhalb Nischni-Parogi, welche sich durch das Vorkommen von Süsswassermolusken auszeichnet.

Die sämmtlichen Steinkohlen dieses Landes sind aus Torf entstanden, welcher in überwachsenen Tiefmooren anwuchs. Desshalb besitzen ihre tieferen Lagertheile nur amorphe Kohlensubstanz, während ihr oberster aus schieferiger Kohle mit vielen Holzresten und Pilzen besteht.

Wahrscheinlich reichen die Steinkohlenlager nirgends unter den Fusulinenkalk herab; letzterer entstand vielmehr in flachen Küstenbuchten, während auf dem Festlande die Kohlenstoffansammlung in Torfmooren stattfand.

In dem unteren Bergkalke finden wir mehrere grosse Productusarten, welche in dem mittleren Spiriferenkalke, nicht mehr vorkommen, während der erstere die Leitmuschel für den letzteren, *Spirifer Mosquensis*, nicht enthält. Dagegen haben beide Etagen manche Strahlthierformen und viele Mollusken gemeinschaftlich, wenn solche auch unten seltener auftreten und sich nach oben in immer grösserer Menge einstellen. Im mittleren Bergkalke fand ich unter den Steinkohlen als grosse Seltenheiten einige Fusulinen, die endlich im oberen oder Fusulinenkalke in solch ungeheurer Menge vorkommen, dass andere Thierformen dagegen sehr zurücktreten. Dieser Wechsel in der Entwicklung des Thierlebens deutet eine allmählige Veränderung der Meerestiefe an. Die Brachiopoden lieben bekanntlich tiefen Meeresgrund, worauf wegen der dort herrschenden niederigen Temperatur das organische Leben in nur geringer Ausbildung gedeiht. Corallen wachsen mehr in mittlerer Meerestiefe und das Leben der Foraminiferen scheint am reichsten am flachen Meeresstrande begünstigt gewesen zu sein, denn mit ihnen kommen nur selten Brachiopoden, dagegen häufig Gasteropoden und Pelekipoden, die Thiere flacher Strandgegenden vor.

Während der Productus- und der damit stets verbundene Spiriferenkalkstein, welche desshalb auf dem Kärtchen auch nicht getrennt, sondern mit einer Farbe bezeichnet sind, dem Hauptrücken des Ural zunächst hervortreten, alsdann von den Faltensystemen der productiven Kohlenformation überlagert sind, entfernt sich der Fusulinenkalkstein am weitesten von jenem Gebirgszuge und nähert sich mehr und mehr der Ebene Centralrusslands. Er verbirgt sich zumeist unter permischen Schichten und ist nur an solchen Punkten, welche besonders starken Hebungen unterlagen, in steilen Felszügen zu Tage gekommen. Nirgends konnte die Auflagerung desselben auf steinkohlenführende Gesteine beobachtet werden, vielmehr

ergab sich an allen aufgeschlossenen Punkten, dass das Schichteneinfallen beider Formationsglieder ein antiklines sei, d. h. dass sie durch dazwischen liegende Sattel getrennt in verschiedenen nebeneinanderliegenden Mulden ausgebildet sind.

Der Fusulinenkalk ist dünngeschichtet, ausserordentlich reich an Kieselerde, fest und tritt desshalb in hohen senkrechten Felswänden zu Tage. Er besteht fast nur aus Fusulinen, welche auf der Oberfläche des Gesteines durch Auswitterung deutlich hervortreten *). Manche dieser Gehäuse sind $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll lang; sie können sich also der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht leicht entziehen. Dass Murchison und seine Begleiter, welche den Fusulinenkalk von Moskau, Samara und aus dem Petschoralande kannten, ein Vorkommen desselben an der Thiussowaja nicht erwähnen, während sie doch des Spiriferen- und Productuskalkes gedenken, veranlasst mich zu der Ansicht, er sei dort unter den permischen Schichten verdeckt nicht mehr wie an der Wilwa und Koswa durch Hebung zu Tage gebracht. Seine abgesonderte Lagerung, getrennt von den Schichten der productiven Kohlenformation gibt der Meinung als ob er mit jener gleichzeitig in flachen mit Meerwasser gefüllten Lagunen entstanden sei, einigen Anhalt.

Ueber dem Fusulinenkalke folgen endlich die Schichten des permischen Systemes. Ueber alle hinaus sind Thon, Lehm, Torf, Raseneisenerz, Kalktuff und dergleichen Quartärbildungen verbreitet. Besonders beachtenswerth sind Torf, Raseneisenstein und feuerfester Thon.

Bis zum mittleren Laufe der Thiussowaja konnte ich meine Ausflüge leider nicht ausdehnen, doch zweifle ich nicht, dass die von Murchison bei Kalino beobachteten Kohlenflötze mit denen an der Uswa im Zusammenhange stehen. Am oberen Laufe der Thiussowaja besuchte ich in Begleitung

---

*) Professor Reuss zu Prag hat die von mir mitgebrachten untersucht und daran den Bau dieser Schnörkelkoralle so besonders deutlich aufgedeckt gefunden, dass er ihnen eine sichere Stellung im Systeme anweisen konnte.

meines Freundes Aubel zu Nischni-Tagilsk die Umgegend der Utkamündung. Ich fand daselbst das folgende Profil*).

Im Liegenden devonischen grauen Schieferthon, kalkigen Schiefer mit *Spiringerina reticularis, S. latilinguis, S. Duboisi, Orthis striatula.*

Corallenkalk mit *Calamopora*	9	Arschinen**) mächtig
Quarzfels, gelblich-grau . .	$1^1/_2$	„ „
Thonschiefer	$^1/_3$	„ „
Quarzfels, geschichtet, hellgrau	12	„ „
kalkiger Thon mit *Terebratula sp. Favosites sp., Cyathophyllum sp.*	10	Saschen mächtig
grauer Thonschiefer	25	„ „

Diese Schichten treten in zwei hintereinanderliegenden 10 Uhr streichenden Falten auf, so dass ein und dieselbe mehrmals mit entgegengesetztem Einfallen zu Tage tritt. Der liegende graue Schieferthon schliesst sich dem Silur dieser Gegenden an; der hangende graue Thonschiefer fällt zuletzt mit 50° gegen Westen geneigt unter die Carbonformation ein. Diese besteht, so weit ich sie kennen lernte aus:

Quarzsandstein von grauer und gelblicher Farbe in $^1/_8$ bis $^1/_2$ Arschinen starke Bänke geschichtet, mit einer 1 Arschine mächtigen Schieferthonbank, worin undeutliche Pflanzenreste . . . . 15 Saschen.

Dieser Quarzsandstein entspricht wahrscheinlich den Sand- und Thonablagerungen, welche im Waldai und in Centralrussland die unter dem Bergkalke vorkommenden Steinkohlen begleitet; er steht an den Ufern der Utka in steilen felsigen Vorgebirgen zu Tage. Ihnen folgt bituminöser Kalk und schwarzer Thon mit kleinen, glattschaligen Bivalven, deren Bestimmung nicht möglich ist, weil sie sich nicht

---

*) Schriften der Moskauer k. Gesellschaft der Naturforscher 1860.

**) Daselbst ist durch ein Versehen die Stärke dieses Lagers auf 9 Saschen angegeben.

aus dem festen Gesteine trennen lassen. Man hielt diese schwarze Schichten für Steinkohle und eröffnete darauf einen ziemlich kostspieligen und umfangreichen Schürfbergbau, sowohl an der Utka, als an der Thiussowaja .	1	Saschen.
Dickgeschichtete, fast massig abgesonderte in steilen Felsvorgebirgen anstehende schwarze Kalke mit grossen Productusschalen, welche nicht aus dem Gesteine zu befreien sind *(Productus giganteus?)*	20	„
Schwarzer Thon mit Kieselschiefer	1	„
Dünngeschichteter, kieselreicher, grauer Kalkstein von versteckt-crystallinischem Gefüge, worin ich keine Versteinerungen auffinden konnte. Die Schichten fallen in westlicher Richtung unter 32 Grad ein	50	„

Diese letzteren Schichten begleiten die von der Utkamündung an in nordwestlicher Richtung strömenden Thiussowaja bis in die Gegend der Einmündung der Koiwa bei Ustkoiwa. Höchstwahrscheinlich erheben sich in ihnen wiederholt antikline Sattel der tieferen Schichten und sind ihnen in synklinen Falten jüngere Abtheilungen des Bergkalkes wiederholt eingelagert. Das felsige Ufer der Thiussowaja und ihrer Nebenzuflüsse fordert die russischen Geologen zu einer sorgfältigen Untersuchung auf, welche jetzt, nachdem durch die Bemühungen der demidoff'schen Bergverwaltung unter des General von Rachette umsichtiger Leitung dieser Strom auch im Sommer von Dampfern belebt ist, nicht mehr mit so vielen Beschwerden, wie früher verknüpft sein kann.

Soviel über die Lagerung der Steinkohlenformation am Westgehänge des Ural und noch die Bemerkung, dass diese auch östlich des Gebirges etwa 80 Werst von Jekatharinburg an der Pyschma, zwischen Nowo-Pyschwinsk und Suchoilog bei Kamischlow in Asien auftritt. Ich habe dieses Vorkommens schon oben Seite 26 kurz gedacht. Herr Obristlieutenant Müller zu Jekatharinburg war so gefällig mir eine geologische Karte über dieses Vorkommen nebst einer kleinen

Suite der daselbst vorkommenden Gesteine zu verehren, ich kann darüber das Folgende mittheilen.

Nach v. Grünewald*) ist der Productuskalk mit *Productus giganteus* schon bei Perebor am Jsset im Districte von Kamensk entwickelt; er wechselt in mehreren steilen, zum Theil überstürzten Falten und Satteln mit devonischem Schiefer. An der Pyschma treten auf mit Streichen *hora* $10^1/_2$ bis 11, Einfallen 50⁰ gegen Osten:

Versteckt-crystallinischer Kalkstein.

Porphyr in einer nordwärts schmalen nach Süden sehr anschwellenden Zone.

Schwarzer Kalkstein mit *Productus hemisphäricus*.

Sckwarzer Schieferthon und Sandstein mit Stigmarien, darin 2 Steinkohlenlager, deren Substanz anthrazitisch ist. Jedes Lager etwa 4 bis 5 Arschinen mächtig; 70⁰ östlich einfallend.

Grauer Sandstein.

Schwarzer Schieferthon mit Steinkohle, nach Süden hin mächtiger werdend.

Schwarzer Kalkstein mit *Productus hemisphäricus*.

Sandstein.

Kalkstein.

Hier scheint eine jener synklinen Falten des östlichen Urals vorzuliegen, deren v. Grünewald erwähnt. Sie ist mit Steinkohlenlagern erfüllt.

Schluss.

Vergleichen wir die den uralischen Sedimentärgesteinen eingefügte Flora und Fauna, mit denen anderer Gegenden, namentlich denen Westrusslands und Deutschlands, so finden wir das folgende Verhältniss.

---

*) O. a. A. S. 6 u. f. f.

In den Formationen wurden entdeckt.	Strahlthiere	Brachiopoden.	Pelekipoden.	Gasteropoden.	Cephalopoden.	Crustaceen.	Wirbelthiere.	Zusammen Arten.
In der uralischen Silurformation . .	2	13	1	2	1	1	—	20
„ „ petersburger „ . .	37	91	14	36	30	39	—	247
Am Ural also weniger	35	78	13	34	29	38	—	227
In der uralischen Devonformation . .	2	22	1	—	—	1	–	26
„ „ petersburger „ . .	4	53	12	8	14	2	46	139
„ „ rheinischen, mitteldeutschen .	42	57	52	73	81	17	2	324
Am Ural weniger als bei Petersburg .	2	31	11	8	14	1	46	113
Am Ural weniger als in Mitteldeutschland	40	35	51	73	81	16	2	298
In der uralischen Carbonformation . .	23	37	11	5	12	3	—	91
„ „ centralrussischen Carbonformation	39	55	31	36	14	4	1	180
In der westeuropäischen Carbonformation	250	200	250	270	180	40	150	1340
Die uralische enthält also weniger als die centralrussische	16	18	20	31	2	1	1	89

	Pilze.	Equisetaceen.	Farne.	Licopodien.	Sigillarien und Stigmarien.	Coniferen etc.	Pflanzen zusammen.	Süsswasser-Molusken.
Speziell die Süsswasserbildungen der Carbonformationen am Ural	1	—	—	–	3	1	5	3
In Centralrussland	1	—	—	3	3	1	8	—
In Oberschlesien und in der Herrschaft Glatz	—	8	30	18	14	2	72	4
In der sächsischen Kohlenformation	3	23	69	28	16	15	154	4
Am Harze und in Thüringen .	—	—	—	–	—		160	10
In Westphalen	3	30	72	24	19	12	160	23

In der uralischen Silurformation herrschen die Brachiopoden entschieden vor; alle anderen Weichthierfamilien sind nur durch wenige Arten vertreten, Crustaceen finden sich selten. Dasselbe Verhältniss stellt sich bei der Fauna der Devonformation am Ural klar. Offenbar bedingten andere Wärmegrade, andere Gestaltung des Meeresbodens, vielleicht das Fehlen ausgedehnter Insel- oder Festlandflächen und die ungehinderte Verbindung des damals am Ural sich ausbreitenden Meeres mit dem arktischen Oceane, dieses Zurückweichen des thierischen Lebens.

Noch auffallender wird diese Armuth der Fauna bei der Vergleichung der Formen aus dem uralischen mit denen aus dem mitteldeutschen Devongesteine. Korallenriffe im mitteldeutschen Devongesteine so mächtig ausgebildet, fehlen am Ural gänzlich, ebenso die grosse Zahl der Pelekipoden, Gasteropoden und Cephalopoden, welche die wärmeren Meerbusen der westlicheren Zonen damals bewohnten.

Die heutiges Tags lebenden Brachiopoden suchen das tiefe, stets gleich kalte Meerwasser auf; sie befestigen sich in grossen Meerestiefen. Daher denn auch, weil die gleichen Wärmeschichten der Meere vom Pol nach dem Aequator sich senkende Kurfen bilden, Brachiopoden über alle Zonen verbreitet sein können und in den Formationen der Sedimente überall gefunden werden. Wenn es gestattet ist aus diesem Umstande auf das Lebenselement der paläozoischen Brachiopoden zurückzuschliessen, so müsste dasselbe ein kaltes gewesen sein. Wir hätten sohin der Ansicht entgegenzutreten, welche während der paläozoischen Periode den noch fast an der Oberfläche glühenden Erdball mit einem heissen Meere bedeckt annimmt, wir hätten dafür die Meinung aufzustellen, dass auch schon zu jenen frühen Zeiten klimatische Unterschiede von derselben Grösse wie heute die Verbreitung des Thier- und Pflanzenlebens auf dem Erdballe bestimmten.

Auch die uralische Carbonformation trägt dies Gepräge eines kälteren Klimas. Das Meer jener Zonen war ärmer an Thieren als das der gegenüberliegenden Küste, aber beide

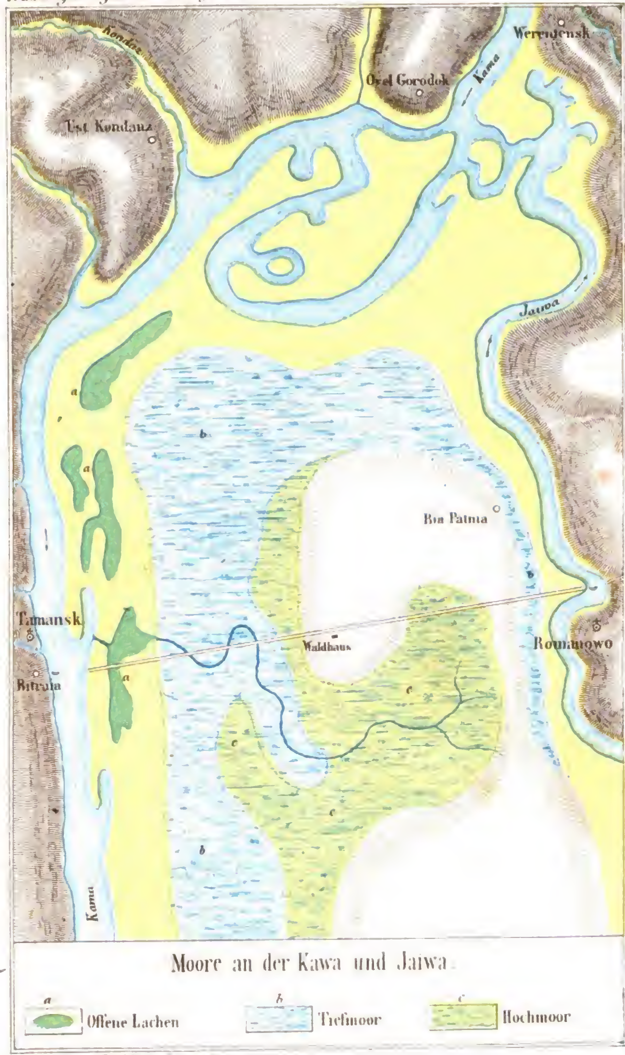
ernährten der Zahl nach kaum mehr als den zehnten Theil der Thierarten, welche in den westlichen Gegenden Europa's damals die salzige Fluth bevölkerten. Auch die Festlandbildungen der uralischen und centralrussischen Carbonformation legen Zeugniss ab für diese Thatsache. Die *Anodonten* und *Cycladen*, welche ich an der Uswa im Kohlenschiefer fand, sind sehr klein, gegen die aus den deutschen Schichten desselben Alters, fast in demselben Verhältnisse, wie die Süsswasserschnecken der jetzigen uralischen Seeen und Flüsse kleiner sind als die der deutschen Gewässer. Nur wenige Pflanzen schmückten damals die uralischen Sümpfe mit ihrem Grün, während in Deutschland über hundert, in vielen Geschlechtern vertheilte Arten wuchsen.

Die Bedingungen zur Ansammlung von Kohlenstofflagern sind, wie ich in einem der früheren Abschnitte glaube hinreichend begründet zu haben und wie die ausgedehnten mächtige Torfmoore des Nordens beweisen, im kälteren Klima ebenso gut vorhanden, als in gemässigten Zonen; es möchte sohin die Ansicht, zur Bildung der Steinkohlenlager, sei eine höhere Erdtemperatur nothwendig gewesen, auf die uralischen Steinkohlenflötze nicht anwendbar sein.

Nachträgliche Notiz.

Die von mir in der uralischen Steinkohlenformation gesammelten Gehäuse von fossilen Korallen-Polypen sind nachdem ich sie durch Anschleifen in ihrem Innern genauer untersuchte, zum Theil als von den oben angegebenen, denen sie äusserlich gleichen, verschieden erkannt worden, ich werde das Nähere darüber demnächst in der Paläontographica mittheilen.

Inhaltsverzeichniss.



Moore an der Kawa und Jaiwa.

Tiefmoor an der Oka

1 Sand und Thon 2. Moder u. breiger Pflanzenschlamm 3 Schwimmende Moosdecke 4 Wald.

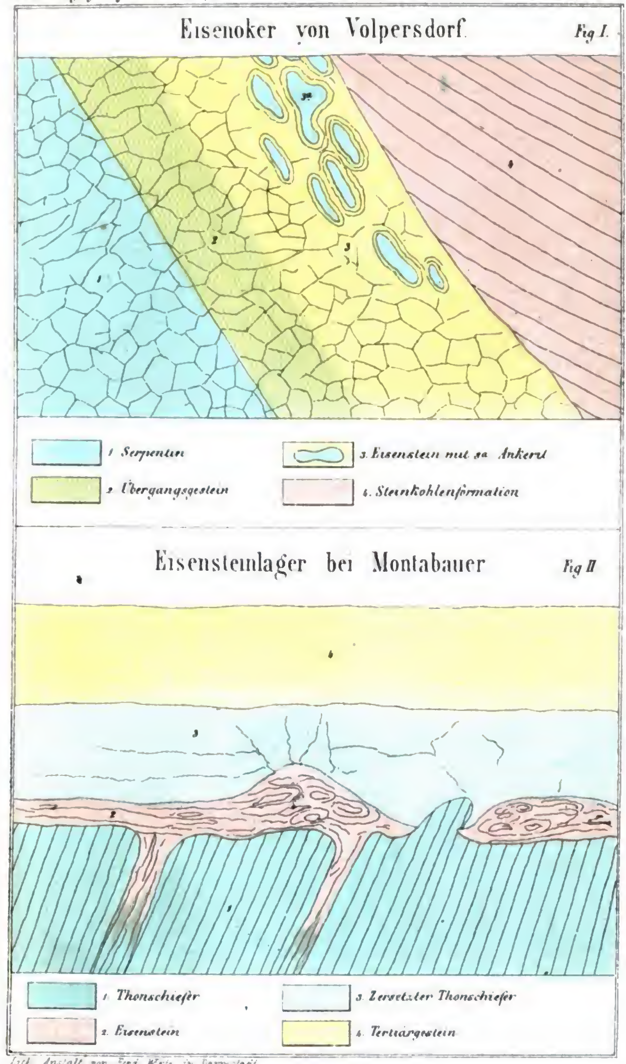
Steinkohlen bei Niederwürschnitz in Sachsen

1 Devonische Formation 2 Steinkohlenformation a Unteres nach der Mitte des Bassins sich zersplitterndes Flötz
b Mittleres Flötz c Oberes Flötz 3 Rothliegendes

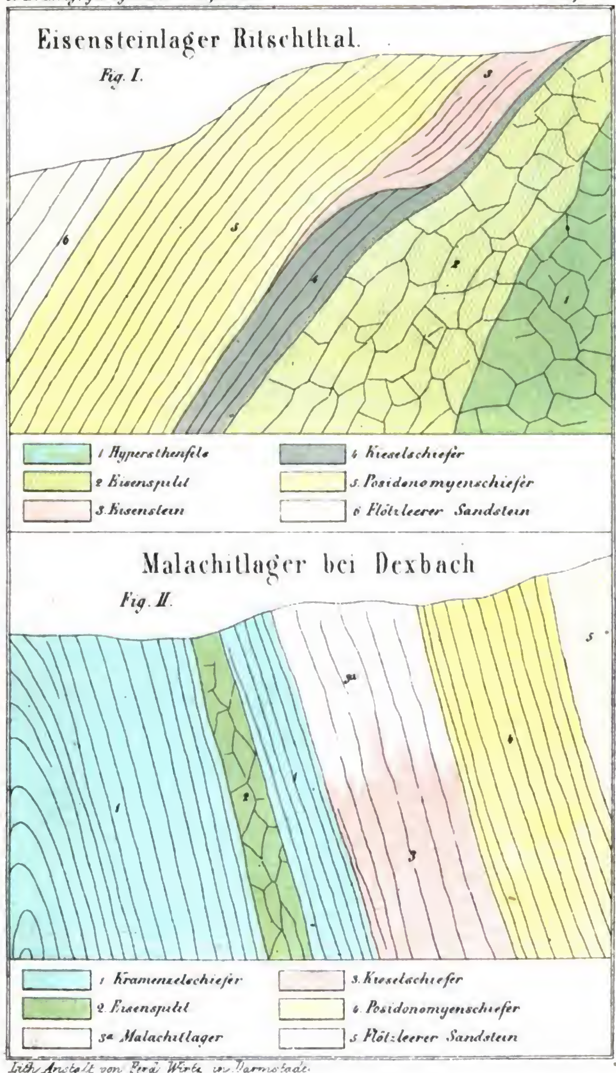

Torfmoor bei Maikor
1 Oberer Torfsumpf 2 Letten 3 Untere Torflage, oben mit Holz, unten erdig, bei a mit Resten von Mamuth 4 Sandstein
Inwa Fluß
2
3
Steinkohlenlager bei Luhwinsk im Ural
1 Quarzit 2 Schieferige Kohle mit Holz 3 Erdige Kohle 4 Sandstein

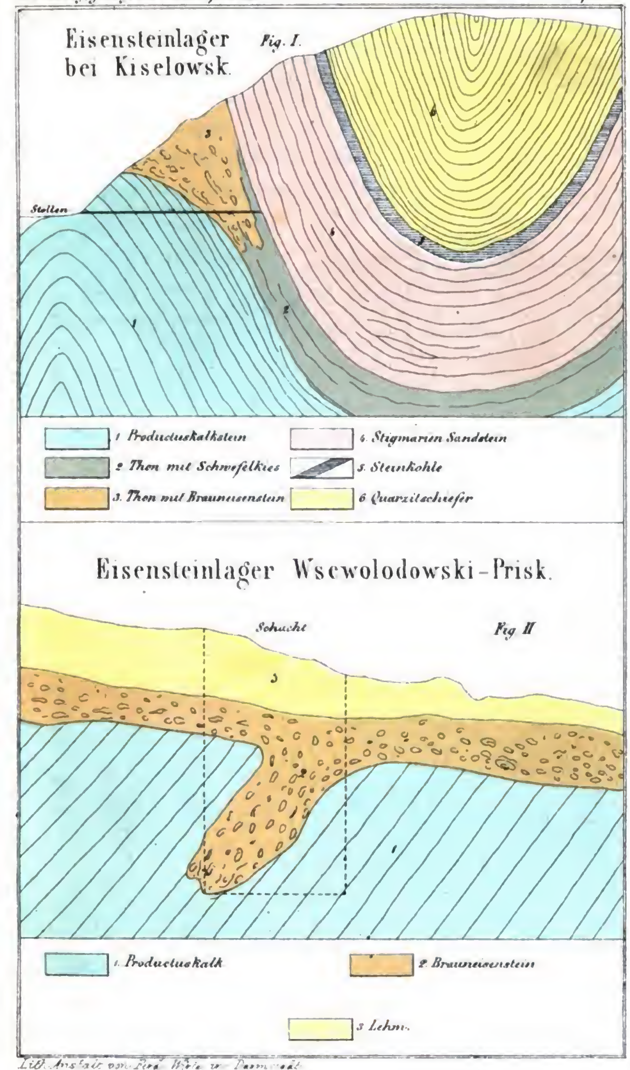
Hochmoor zwischen Koswa u. Uswa

a Hochwald b Hochmooranschwellung c Früherer Waldboden
d Moosdetritus mit umgebrochenen Baumstämmen e Ueberdecktes ehemaliges Tiefmoor

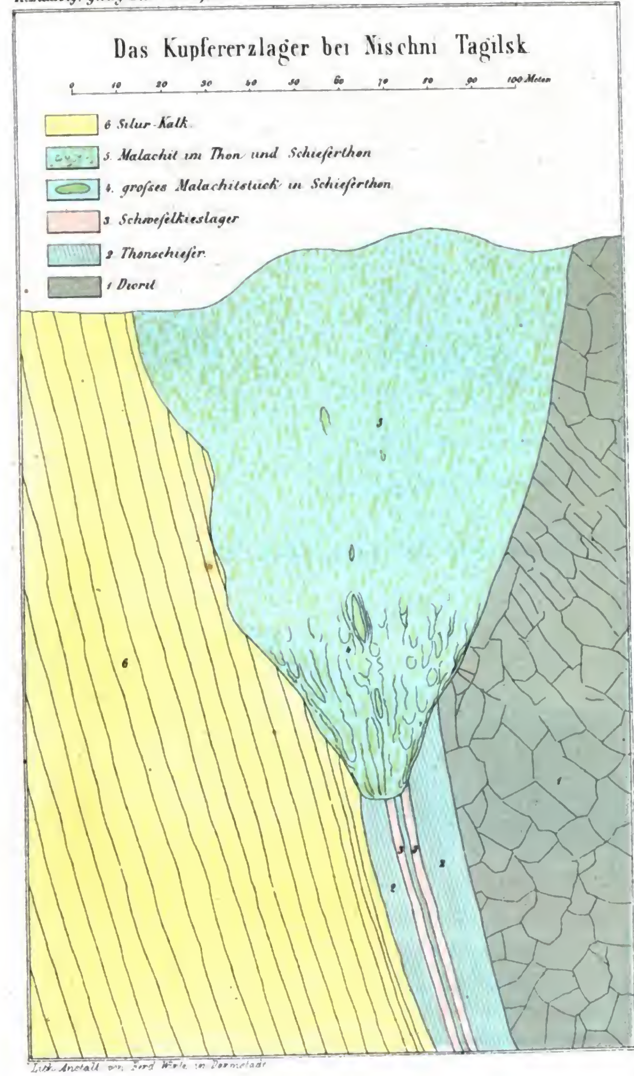


Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt.


Eisensteinlager Ritschthal.
Fig. I.
1 Hypersthenfels
2 Eisenspilit
3 Eisenstein
4 Kieselschiefer
5 Posidonomyenschiefer
6 Flötzleerer Sandstein
Malachitlager bei Dexbach
Fig. II.
1 Kramenzelschiefer
2 Eisenspilit
3a Malachitlager
3 Kieselschiefer
4 Posidonomyenschiefer
5 Flötzleerer Sandstein
Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt.



Lith. Anstalt von Fr. Wirtz in Darmstadt


Das Kupfererzlager bei Nischni Tagilsk
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 Meter
6 Silur-Kalk.
5. Malachit im Thon und Schieferthon
4. großes Malachitstück in Schieferthon
3. Schwefelkieslager
2. Thonschiefer.
1. Diorit
Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt

Galmeilager bei Wiesloch

Fig. I

Eisensteinlager Glücksberg bei Oberscheld.

Fig. II

Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt.

50 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 2000 Meter

Magneteisenberg Wissokaja-Gora bei Nischni Tagilsk

1. Kristallinischer, mit dem an der Kupfergrube Taf. VIII. anstehenden Silurkalke unmittelbar zusammenhängender Kalkstein.

2. Schieferthon nach oben zu Thon verwittert.

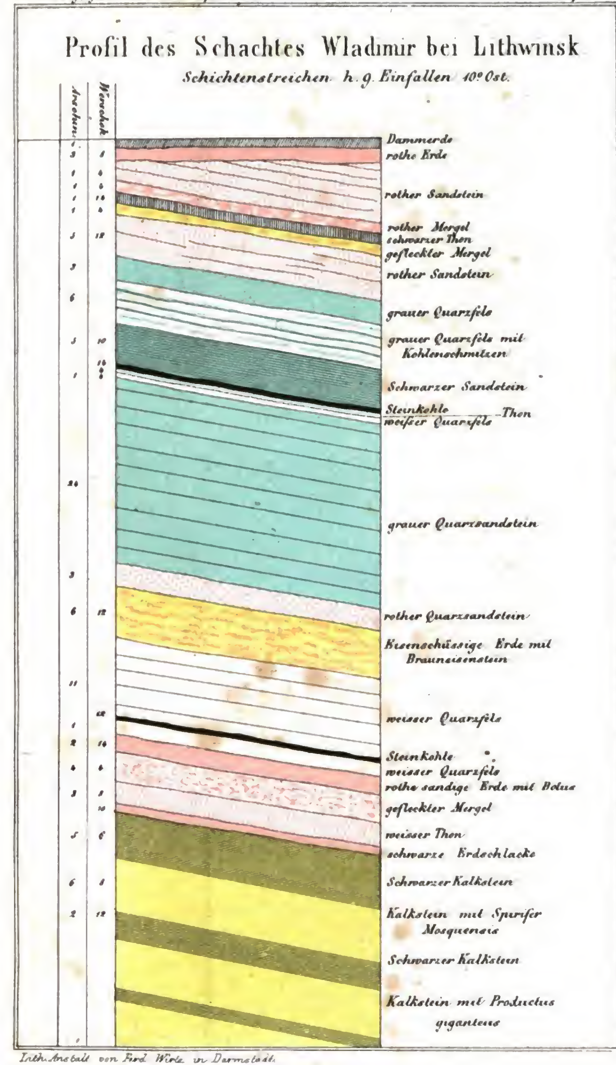
3. Magneteisenlager bei a.a. durch Brauneisenstein und Kupfersalze verunreinigt, bei b.b ein bauwürdiges Kupfererzlager enthaltend, bei c. aus körnigem Magneteisen u. Brauneisenstein bestehend.

4. Diorit, gegen das Magneteisen hin zersetzt.

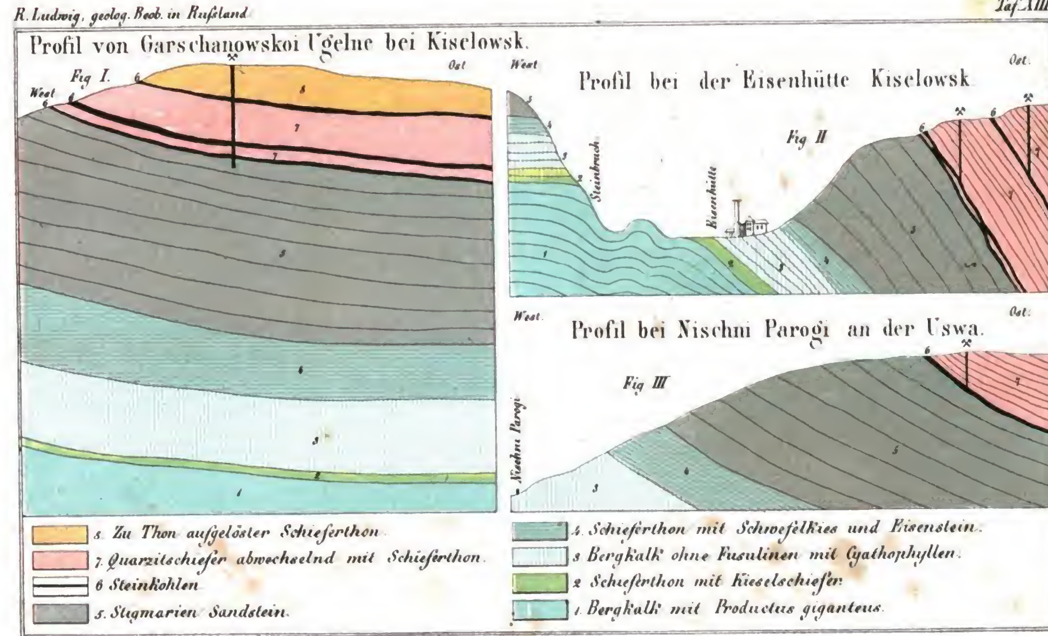
5. Lehm. ⚒ Tagebau im Magneteisensteinlager

Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt

Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt.



Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt.



Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt

Profil der Grube Gubacha an der Koswa.

Fig. I.

Gebirgsdurchschnitt bei Gubacha an der Koswa.

Fig. II.

6. Fusulinenkalk.

5. Quarzitschiefer mit Kohlenflötzen.

4. Stigmariensandstein.

3. Schieferthon und Sandstein.

2. Bergkalk mit Productus giganteus.

1. Sandstein und Schieferthon.

Lith. Anstalt von Ferd. Hirtz in Darmstadt.

R. Ludwig, geolog. Beobachtungen in Rußland.

Taf. XV

Die Steinkohlenformation an der Lunja, Koswa und Uswa im Gouvernement Perm.

✕ Bergbau. △ Steinbruch. ↗ Schichteneinfallen.

Kresterwa Gora

Peschora

Konno Sawod

Nischni Parogi

Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt

Die Steinkohlenformation an der Lunja, Koswa und Uswa im Gouvernement Perm.

✗ Bergbau. Δ Steinbruch. ↗ Schichteneinfallen.

Farbenerklärung

Kosswa
Thanwa
Wsewolodowsk
Kadan
Lunja
Kosswa
Peschera
Krestowa Gora
Kenno Sawod
Uswa
Nischni Parogi

Lith. Anstalt von Ferd. Wirtz in Darmstadt



